SHOUT
SHARE
IT

590.54

Zeitschrift
für
WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet
von
Carl Theodor v. Siebold und Albert v. Kölliker

herausgegeben von

Albert v. Kölliker und **Ernst Ehlers**
Professor a. d. Universität zu Würzburg
Professor a. d. Universität zu Göttingen.

Neunundvierzigster Band

Mit 35 Tafeln und 29 Holzschnitten.

LEIPZIG
Verlag von Wilhelm Engelmann
1890.

SMITHSONIAN
LIBRARY

590.543
Z41

Inhalt des neunundvierzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 13. December 1889.

Seite
Über die Rotatorienfauna des bottnischen Meerbusens, nebst Beiträgen zur Kenntnis der Anatomie der Philodiniden und der systematischen Stellung der Räderthiere. Von L. H. Plate. (Mit Taf. I.) 1
Die Hornzähne der Batrachierlarven. Von E. Gutzeit. (Mit Taf. II u. III.) 43
Das Genus Gastrodelphys. Von J. H. List. (Mit Taf. IV—VII u. 5 Holzschn.) 71
Beiträge zur Anatomie des Derostoma unipunctatum Oe. Von K. Lippitsch. (Mit Taf. VIII und 1 Holzschn.) 147
Die ungeschlechtliche Vermehrung der endoprokten Bryozoen. Von O. Seeliger. (Mit Taf. IX u. X u. 6 Holzschn.) 168

Zweites Heft.

Ausgegeben den 31. December 1889.

Die Gastrotrichen. Eine monographische Darstellung ihrer Anatomie, Biologie und Systematik. Von C. Zelinka. (Mit Taf. XI—XV und 10 Holzschnitten.) 209

Drittes Heft.

Ausgegeben den 14. Februar 1890.

Über Sinnesorgane der Seitenlinie und das Nervensystem von Mollusken. Von J. Thiele. (Mit Taf. XVI u. XVII.) 385
Trembley's Umkehrungsversuche an Hydra nach neuen Versuchen erklärt. Von C. Ischikawa. (Mit Taf. XVIII—XX u. 4 Holzschnitten) 433
Über Entwicklung und Verwandtschaftsbeziehungen der Aktinien. Von Th. Boveri. (Mit Taf. XXI—XXIII.) 461
Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. I. Das Ei von Pieris brassicae L., nebst Bemerkungen über Samen und Samenbildung. Von H. Henking. (Mit Taf. XXIV—XXVI.) 503

SMITHSONIAN NATIONAL MUSEUM

Viertes Heft.

Ausgegeben den 6. Mai 1890.

Seite
Über Tracheenendigungen in den Sericterien der Raupen. Von C. v. Wistinghausen. (Mit Taf. XXVII.) 565
Über die Befruchtung bei den Urodelen. Von E. Zeller. (Mit 3 Holzschn.) 583
Untersuchungen über Harting'sche Körperchen. Von W. v. Nathusius. (Mit Taf. XXVIII.) 602
Zur Kenntnis einiger Infusorien. Von R. v. Erlanger. (Mit Tafel XXIX.) 649
Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. Erster Beitrag. Das Kleinhirn. Von A. Kölliker. (Mit Taf. XXX—XXXIII.) 663
Das Auge der Raupen und Phryganidenlarven. Von O. Pankrath. (Mit Taf. XXXIV u. XXXV.) 690

* * *

NATIONAL MUSEUM

Über die Rotatorienfauna des bottnischen Meerbusens, nebst Beiträgen zur Kenntnis der Anatomie der Philodiniden und der systematischen Stellung der Räderthiere.

Von

Dr. **Ludwig H. Plate,**
Privatdocent der Zoologie und Assistent am zool. Institut in Marburg i/H.

Mit Tafel I.

I.

Herr Dr. O. Nordquist in Helsingfors hat mich ersucht, die Bestimmung einiger Rotatorien zu übernehmen, die er im Sommer 1887 an sechs verschiedenen Punkten der Oberfläche des bottnischen Meerbusens gefangen hat. Ich bin diesem Wunsche um so bereitwilliger nachgekommen, als die Kenntnis der marinen Rotatorien gegenwärtig noch sehr im Argen liegt, obwohl die mir vorliegenden Proben beweisen, dass diese Thiere stellenweise einen sehr beträchtlichen Procentsatz der pelagischen Fauna ausmachen und in großen Scharen die oberflächlichen Schichten des Meeres bevölkern können. Leider war die Konservirung der mir übersandten Räderthiere eine wenig befriedigende, weil es eben bis jetzt kein Mittel giebt, um größere Mengen derselben in ausgetrecktem Zustande abzutödten. Vielleicht ist das neuerdings von Weber[1] vorgeschlagene Cocain (1:50 Aq.) berufen, diesem Übelstande theilweise abzuhelfen; wenigstens fand ich eben so wie der genannte Forscher, dass gewisse Philodiniden, welche doch sonst bei der geringsten Störung sich stark zusammenziehen, sich leicht für kürzere Zeit zur völligen oder nahezu völligen Ausstreckung bringen lassen, wenn man einige Tropfen jener Lösung unter das Deckglas leitet. Die Thiere werden gleichzeitig vollständig starr und unbeweglich, und das Spiel der Wimpern des Räderapparates hört auf. In diesem

---

[1] E. Weber, Notes sur quelques Rotateurs des environs de Genève. Arch. de Biologie. VIII. 1888. p. 31 des Sep.

Zustande kann man sie auch durch Überosmiumsäure oder andere Mittel abtödten, ohne eine Kontraktion im Momente des Absterbens befürchten zu müssen.

Im Folgenden gebe ich zunächst eine Übersicht über die von Herrn Dr. Nordquist erbeuteten Rotatorien. Es fanden sich bei:

1) Rimskör (60° 2′ Lat. 21° 39′ Long. östlich v. Gr.):
Synchaeta monopus n. sp.
Synchaeta apus n. sp. Beide in größerer Anzahl.

2) Kökors (59° 52′ Lat. 20° 52′ Long.)
Synchaeta apus in großen Mengen.

3) Kristinestad (62° 16′ Lat. 21° 24′ Long.):
Synchaeta monopus und apus
Anuraea cochlearis Gosse und aculeata Ehr.; alle vier in großer Zahl,
Anuraea tecta Gosse in wenigen Exemplaren.

4) Töjby (62° 38′ Lat. 21° 8′ Long.): dieselben Formen wie am vorhergehenden Orte.

5) Ojankylä (65° 3′ Lat. 24° 49′ Long.):
Anuraea cochlearis Gosse und aculeata Ehr.
Triarthra longiseta Ehr.
Polyarthra platyptera Ehr.
} sämmtlich in großer Individuenzahl.
Euchlanis luna Ehr.
Asplanchna syringoides n. sp.
Monostyla lunaris Ehr.
} etwas weniger häufig.
Asplanchna Girodi de Guer.; 1 Exemplar.

6) Kallopukki (65° 8′ Lat. 25° 11′ Long.):
Anuraea aculeata Ehr. und cochlearis Gosse
Polyarthra platyptera Ehr.
Triarthra longiseta Ehr.
} zahlreich vertreten.
Synchaeta apus und monopus
Euchlanis luna
} weniger zahlreich.

Zwischen den Individuen von An. aculeata fanden sich viele Exemplare einer besonderen Varietät mit langen, stark nach außen gebogenen Hinterhörnern. Es sind demnach folgende elf Rotatorienarten, darunter drei neue, aus dem bottnischen Meerbusen von Herrn Dr. Nordquist erbeutet worden:

Anuraea aculeata, cochlearis, tecta
Polyarthra platyptera
Triarthra longiseta
Euchlanis luna
Monostyla lunaris

Asplanchna Girodi, syringoides
Synchaeta monopus, apus.

Außerdem sind mir von den Fundorten 5 und 6 noch zwei Arten zu Gesicht gekommen, deren Bestimmung nicht sicher gelang. Die eine schien eine Notommata, die andere eine Synchaeta zu sein.

Ich wende mich jetzt zur Beschreibung der drei neuen Arten, die freilich aus den Eingangs erwähnten Ursachen nur eine sehr ungenügende ist.

Synchaeta monopus und S. apus n. sp.

stellen in dem mir vorliegenden Zustande (Alkoholmaterial) blasige, dünnwandige Gebilde von rundlicher Gestalt dar. Diese wird dadurch bewirkt, dass das hintere Körperende im Gegensatze zu allen anderen bekannten Synchaeten nicht zugespitzt, sondern breit abgerundet ist, während das Vorderende wohl nur in Folge des bei allen Individuen eingestülpten Räderapparates abgerundet erscheint, am lebenden Thiere dagegen ohne Zweifel die bekannte breite Stirnfläche der Gattung erkennen lassen wird. Bei S. monopus trägt der Pol jener Hinterfläche einen kleinen spitzkegelförmigen Anhang, welcher den rudimentären Fuß darstellt. Derselbe läuft zum Unterschiede von den bisher bekannten Synchaeten in eine unpaare Zehe aus, wodurch die Wahl des Speciesnamens verständlich wird. Von S. apus ist auch dieses Rudiment eines Fußes verschwunden. Außerdem unterscheiden sich beide Arten beträchtlich in der Größe. S. apus ist ungefähr doppelt so groß als die zweite Art, nämlich im Durchschnitt 254,70 μ lang, während auf S. monopus nur 130,18 μ kommen; die Breite beträgt bei ersterer 141,50 μ, bei letzterer 101,88 μ. — Da mir die Beschaffenheit des Räderapparates völlig unbekannt geblieben ist, so gründet sich die Einreihung dieser zwei Formen in die Gattung Synchaeta vornehmlich auf den Bau des Gebisses und des Schlundkopfes. Der letztere entspricht völlig dem der Süßwasser-Synchaeten. Drei starke chitinöse (?) Balken stoßen am Hinterende des Schlundkopfes im spitzen Winkel zusammen. Zwei von ihnen sind relativ klein, dick und enden vorn breit abgerundet; sie stützen die dorsale Wand des Pharynx. Der dritte Balken liegt in der Mediane der Ventralfläche und besteht aus zwei, dicht an einander liegenden schmalen Stäben, die ungefähr doppelt so lang sind als jeder der dorsalen Balken. Von dem Vorderende des ventralen Stützgebildes strahlen jederseits zwei parallele Leisten schräg nach vorn aus; sie liegen in der Wandung des Schlundkopfes und ziehen ungefähr bis zum Munde. Die Mundöffnung wird jederseits von sechs schmalen spitzkegelförmigen Chitinzähnen umstellt, welche an ihrer Basis direkt in die Wandung des großen, blasigen, hinten zugespitzten Schlundkopfes übergehen. Auch der Ösophagus und der Magen unterscheiden sich nicht von den entsprechenden Organen der gewöhnlichen Synchaeten. Die Magendrüsen sind groß, am freien Ende zugespitzt und setzen sich hier bei S. monopus in einen starken, bindegewebigen Faden fort. Die Kloaken- (After-) Öffnung liegt bei S. apus genau am hinteren Körperpole, bei S. monopus an der Basis des kleinen Fußes. — Die kontraktile Blase ist sehr geräumig, die Exkretionskanäle müssen dagegen sehr klein sein (wie ich dies früher[1] auch von S. pectinata Ehr. geschildert habe), weil ich nie eine Spur derselben habe wahrnehmen können. — Der Dotterstock stellt einen ziemlich großen, breit ovalen oder rundlichen Sack dar von typischem Bau. An der linken Ecke des Vorderrandes erkennt man bei Betrachtung der Ventralseite einen Haufen kleiner Kerne, den Keimstock. — Vom Nervensystem ließ sich nur die Gehirnmasse und jederseits etwas nach vorn von der Kloakenöffnung eine scharf umschriebene, kreisförmige Öffnung erkennen, die Austrittsstelle des lateralen Tasters, der bei allen Synchaeten sehr weit nach hinten liegt. Ein Augenfleck war sehr wahrscheinlich ursprünglich vorhanden, ist dann aber durch den Alkohol seines Pigmentes beraubt und dadurch der Beobachtung entzogen worden. — Ob in dem Fußrudiment von S. monopus auch eine Klebdrüse liegt, habe ich nicht mit Sicherheit ermitteln können; sie schien mir zu fehlen. — S. apus trägt im erwachsenen Zustande sehr gewöhnlich ein Ei hinten angeklebt mit sich herum, bei der anderen Art habe ich nichts dergleichen bemerkt.

Asplanchna syringoides n. sp.

Diese neue Art hat, wie der ihr gegebene Speciesname anzeigt, große Ähnlichkeit mit Notommata syrinx Ehr., einer Form, die in Zukunft wohl besser in die Gattung Notops Hudson eingereiht wird. J. de Guerne[2] rechnet Not. syrinx zu den Asplanchnen, obwohl Ehrenberg besonders hervorhebt, dass der Fuß, obwohl »lange ganz umsonst gesucht, sich doch vorfand« und auch eine Afteröffnung in der Erklärung der Abbildungen erwähnt. Die hier zu beschreibende Form ist eine echte Asplanchna ohne Enddarm und ohne Fuß. Die Gestalt ist sackförmig mit quer abgestutzter breiter Stirnfläche, welche von dem einfachen, dorsal und ventral in der Mitte unterbrochenen Cilienkranz umsäumt wird. Die Länge eines ausgewachsenen Thieres beträgt ungefähr 452,80 μ. Das Gebiss besteht wie bei Notops syrinx aus zwei leicht gebogenen Kiefern, welche vorn in zwei parallele, etwas verschieden lange Zähne auslaufen. Hinten vereinigen sich beide Kiefer und bilden noch einen gemeinschaftlichen, nach hinten gerichteten Fortsatz, der den starken Kaumuskeln zur Anheftung dient. Eben so wie bei Asplanchna Girodi (Fig. 1) setzt sich jeder Kiefer aus zwei Stücken zusammen, einem kurzen basalen Theile und einem längeren eigentlichen Kiefer, welcher im stumpfen Winkel mit ersterem zusammenstößt. Es kann leicht scheinen, als ob das vordere Drittel des eigentlichen Kiefers ein für sich gesondertes Chitinstück darstellte, weil hier ein etwas schräg gerichteter Querstrich über den Kiefer läuft. Eine nähere Betrachtung zeigt jedoch, dass dies nur ein von außen dem Kiefer sich anlegendes Chitinstäbchen ist, das auch eine kurze Strecke über den Rand hervorragt. Von den übrigen Organen zeigen der Ösophagus, der Magen und die Geschlechtsorgane ganz dieselben Verhältnisse, wie ich sie früher[1] von Asplanchnopus multiceps Schrank (=Asplanchna myrmeleo Ehr.) geschildert habe. Der Dotterstock bildet ein großes, hufeisenförmiges Band, in dessen Schenkeln die zahlreichen Dotterkerne zu zwei unregelmäßigen Längsreihen angeordnet sind, während sie in dem Verbindungsstück sich zu einer Reihe gruppiren. Der Mitte des letzteren liegt ein flacher scheibenförmiger Keimstock auf, der dem Dotterstocke so eng angeschmiegt oder vielmehr eingesenkt ist, dass er die Außenlinie desselben nicht hervorwölbt. Jeder Exkretionskanal bildet kurz vor der großen kontraktilen Blase eine längliche Drüsenpartie und theilt sich dann in zwei Äste, die im Kopfe wieder zur Vereinigung gelangen. Die Zahl und Anordnung der Wimperläppchen habe ich im Einzelnen nicht ermitteln können, doch ist es sicher, dass dieselben überall vertheilt sind, während sie bei Notops syrinx der EHRENBERG'schen Abbildung zufolge sämmtlich in kleinen Zwischenräumen an einem Hauptgefäß neben einander sitzen.

---

[1] L. Plate, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. XIX. 1885. p. 45 des Sep.-Abdr.

[2] J. de Guerne, Monographic Note on the Rotifera of the Family Asplanchnidae. Ann. and Mag. Nat. Hist. 1888.

Hier mögen noch einige Bemerkungen über zwei andere Asplanchnen eingeschaltet werden, welche sich in dem von Herrn Dr. NORDQUIST gesammelten Material vorfanden. Von der Aspl. Girodi de Guerne ist mir nur ein, aber sehr gut erhaltenes Exemplar zu Gesicht gekommen. Die Abbildung, welche ihr Entdecker kürzlich[2] von dem Gebiss gegeben hat, lässt nicht genau erkennen, wie die Kaumuskulatur in zwei starken Strängen (Fig. 1) von dem hinteren gemeinschaftlichen Fortsatz der Kiefer jederseits schräg nach vorn und außen zu dem basalen

---

[1] l. c. p. 73 des Sep.-Abdr.

[2] l. c. p. 31.

Abschnitte derselben zieht. Auch bei dieser Art zerfällt nämlich jeder Kiefer in zwei Stücke, wie es eben von Aspl. syringoides geschildert wurde; dieselben stoßen bei *c* zusammen. Bei *a* treffen wir den oben erwähnten kleinen Chitinstab, welcher sich von außen dem Kiefer anlegt und zur Befestigung schwächerer Muskeln dient. Ein ähnliches kleines Gebilde (*b*) ist nur mit seiner äußersten Spitze mit dem Kiefer verbunden. Dotterstock und Keimstock verhalten sich bei Aspl. Girodi wie bei der vorigen Art. — Von der Aspl. helvetica Imh. habe ich eine größere Zahl von Exemplaren aus dem Kivarijarvi-See (nördliches Finnland) untersuchen können. Der von Imhof gegebenen Beschreibung sei hinzugefügt, dass die Zahl der Dotterkerne zwar meistens acht beträgt, wie dies durch Tessin[1] auch für viele andere Formen nachgewiesen ist, doch auch nicht selten auf neun steigt. Dem kleinen rundlichen Dotterstock liegt ein winziger Keimstock mit ca. 12—18 Kernen an.

Die Rotatorien der Ostsee und der angrenzenden Binnenmeere sind schon mehrfach untersucht worden. Die älteren diesbezüglichen Untersuchungen von v. Eichwald sind mir leider nicht zugänglich gewesen. Ehrenberg kennt Euchlanis luna aus dem Hafen von Wismar und Synchaeta baltica aus der Nord- und Ostsee. Möbius[2] erwähnt Brachionus plicatilis O. F. Müll. und Synchaeta baltica Ehr., endlich hat neuerdings O. Imhof[3] aus dem Lübecker und Stockholmer Hafen, aus dem finnischen Meerbusen und der Newa eine Anzahl pelagischer Rotatorien erwähnt, darunter folgende Arten, die sich in dem mir vorliegenden Material nicht fanden: Synchaeta baltica Ehr., Synch. pectinata Ehr., Anuraea longispina Kell., Conochilus volvox Ehr. Es sind daher zur Zeit 16 Rotatorien aus der Ostsee bekannt, darunter nur zwei, nämlich Brachionus plicatilis und Synchaeta baltica, die nicht auch im Süßwasser heimisch sind; es ist daher sicher, dass die Rotatorienfauna des süßen und des salzigen Wassers nicht in nennenswerther Weise differiren. — Als weiterer Beleg für die kosmopolitische Verbreitung der Gattung Asplanchna sei hier noch erwähnt, dass die Aspl. Girodi de Guerne, abgesehen von der oben gemachten Angabe, bis jetzt nur in Frankreich und zwar bei Vichy (Allier) gefunden wurde und zwar in einer Höhe von 880 m. Sie scheint daher wie Aspl. helvetica über ganz Europa verbreitet zu sein.

---

[1] G. Tessin, Über Eibildung und Entwicklung der Rotatorien. Diese Zeitschr. XLIV. 1886. p. 276.

[2] Jahresber. d. Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere. IV. 1884. Nachtrag zum Verzeichnis der Wirbellosen Thiere der Ostsee.

[3] Zool. Anzeiger. IX. 1886. Nr. 235. p. 612.

II. Zur Kenntnis des Rotifer vulgaris Ehr.

Ich benutze diese Gelegenheit, um einige neue Beobachtungen über Rotifer vulgaris zu veröffentlichen; denn obwohl dieses Thier zu den gemeinsten Formen unserer Süßwasserfauna gehört und seit LEEUWENHOEK'S Zeiten — wie EHRENBERG sich ausdrückt — »mit viel Kraftaufwand und Interesse von Naturforschern, Philosophen und Liebhabern betrachtet worden ist«, giebt es dennoch einige Organisationsverhältnisse, welche theils gar nicht, theils in sehr verschiedener Weise geschildert worden sind. Hierher sind in erster Linie zu rechnen der Bau der Kloake und kontraktilen Blase, die Frage, wie die in der Körperhöhle erwachsener Thiere fast immer anzutreffenden Embryonen diese verlassen und endlich das periphere Nervensystem.

EHRENBERG giebt an, dass er die kontraktile Blase beobachtet hat, erwähnt jedoch nichts über ihre Lage und ihr Verhältnis zum Endabschnitt des Darmes. Die späteren Untersucher haben sämmtlich die für die große Mehrzahl der übrigen Räderthiere geltenden Verhältnisse auch auf die Philodiniden übertragen und lassen demgemäß die kontraktile Blase die beiden Exkretionskanäle aufnehmen und selbst in die Kloake ausmünden. In diesem Sinne haben sich noch in neuester Zeit ECKSTEIN[1], ZACHARIAS[2], HUDSON und GOSSE[3], WEBER[4] und ZELINKA[5] ausgesprochen. Dem gegenüber habe ich schon in meiner ersten Rotatorien-Arbeit[6] behauptet: »Der Enddarm der Philodiniden setzt sich direkt in die Kloake fort, welche bei allen untersuchten Thieren — dieselben gehörten zu den Gattungen Rotifer, Philodina und Actinurus — kurz vor der Ausmündung die Wassergefäße aufnimmt und daselbst eine kontraktile Wandung besitzt Im Gegensatz zu den irrigen Angaben von ECKSTEIN, ZACHARIAS und Anderen ist daher die kontraktile Blase nicht ein besonderer Anhang der Kloake, sondern, wie bei Conochilus, ein Theil derselben.« Später konnte ich diese Angaben für Callidina parasitica Gigl. bestätigen[7]. Da sich mittlerweile die Zahl meiner Gegner in dieser Sache beträchtlich vermehrt hat, so habe ich neuerdings die Kloakenregion des Rotifer vulgaris auf das Eingehendste an zahlreichen Individuen studirt und zwar immer wieder mit demselben, schon

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXXIX. 1883. p. 356.

[2] Ibid. Bd. XLI. 1885. p. 232.

[3] HUDSON and GOSSE, The Rotifera or Wheel-animalcules. London 1886. p. 98 u. 102.

[4] l. c. p. 28 und 33 des Sep.-Abdr.

[5] Diese Zeitschr. Bd. XLIV. p. 123 des Sep.-Abdr.

[6] l. c. p. 15 des Sep.-Abdr.

[7] Diese Zeitschr. Bd. XLIII. p. 230.

früher erzielten Resultate. Zugleich bin ich dabei zur Beobachtung einiger neuer Verhältnisse geführt worden. Die auf den Enddarm folgende und dorsal ausmündende Kloake zerfällt in zwei Abschnitte (Fig. 2), denen ungefähr dieselbe Wanddicke und kein Flimmerepithel zukommt. Nur der vordere Abschnitt ist kontraktil und führt regelmäßige Pulsationen aus, der hintere, nur circa halb so lange, verändert sein Volumen dagegen nicht. Die äußere Öffnung der Kloake liegt bei einem völlig ausgestreckten Thiere gerade vor einer der scharf markirten, in der Cuticula befindlichen Querleisten, welche die einzelnen Scheinsegmente begrenzen, also am hinteren Ende des betreffenden Hautringes. Betrachtet man das Thier von der Dorsalseite, so fallen jederseits zwei Paar von Muskeln auf, welche von jener Querleiste zur Kloake ziehen. Das eine Paar (*a*) heftet sich mit breit kegelförmiger Basis an den unteren Abschnitt der Kloake, das zweite (*b*) dient der kontraktilen Blase zur Befestigung. Außerdem bemerkt man noch ein drittes Muskelpaar, welches von jener Segmentgrenze ausgeht und seitlich von der Blase nach vorn läuft. Seine vordere Endigungsweise habe ich nicht näher untersucht.

Dass die kontraktile Blase in der That in der schon früher geschilderten Weise nur einen besonderen Abschnitt der Kloake darstellt, davon kann man sich leicht bei sorgfältiger Untersuchung überzeugen. Nicht nur bemerkt man nie, möge das Thier bald in dieser bald in jener Stellung sich dem Beobachter darbieten, dass der pulsirende Theil seitlich der Kloake ansitzt, sondern es lassen sich auch noch einige andere Thatsachen feststellen, die nur mit der geschilderten Darstellung vereinbar sind. So kann man sehr häufig konstatiren, dass bei jeder Kontraktion der Blase das hinterste Ende des Rectums (*r*) etwas nach hinten gezogen wird, um sich bei der Diastole wieder in gleichem Maße nach vorn zu verschieben. Ferner habe ich einige Male die Entleerung der Faeces unter dem Mikroskop verfolgt und gesehen, wie diese durch den kontraktilen Kloakenabschnitt hindurchtreten. Endlich folgt bei einigen Individuen jeder Systole der Blase eine unmittelbare, plötzliche, geringe Erweiterung des hintersten Kloakenabschnittes, zum Beweise, dass beide direkt in einander übergehen.

Die Einmündung der beiden seitlichen Wassergefäße in die Blase erfolgt am vorderen und ventralen Rande in einer bei anderen Räderthieren noch nicht beobachteten Weise. Beide Kanäle vereinigen sich nämlich zur Bildung eines drüsigen Körpers (*dr*), welcher denselben Bau aufweist, wie die Erweiterung, welche jedes Wassergefäß in der Kopfregion bildet, d. h. eine fein- und dichtkörnige Protoplasmamasse wird von einem hin und her geschlängelten wandungslosen Lumen durchzogen (Fig. 3). Direkt vor dem Eintritt in diesen Drüsenkörper schwillt jedes Gefäß in der Regel birnförmig an. Sein Lumen tritt dann in denselben ein, verschmilzt sofort mit dem Kanal der anderen Seite zur Bildung eines S-förmig gebogenen Gefäßes und mündet durch einen kleinen runden Porus in den pulsirenden Kloakenabschnitt. In der Mitte des Vorderrandes ist der Drüsenkörper zipfelförmig ausgezogen und hängt hier an einem langen, in den Fuß hereintretenden Bindegewebsstrang. Daher wird bei völlig ausgestrecktem Körper (Fig. 2) dieser Zipfel häufig etwas nach hinten zurückgezogen. — Eine Verschmelzung der hinteren Enden der Wassergefäße zu einem gemeinsamen, aber nicht kontraktilen Abschnitte, ist bis jetzt nur von Apsilus lentiformis Metschn. bekannt. Dieselben bilden jedoch hier keinen Drüsenkörper, sondern nur ein kurzes Rohr, das gleich darauf zu einer pulsirenden Blase anschwillt. — Es ist wohl möglich, dass diese gemeinsame Strecke der Exkretionskanäle bei Rotifer schon von früheren Untersuchern gesehen, aber als eine in der Systole befindliche Blase gedeutet worden ist; es würde sich so leicht der Unterschied zwischen meiner Darstellung und derjenigen anderer Forscher erklären. — Es liegt mir natürlich ganz fern, die für Rotifer vulgaris geschilderten Organisationsverhältnisse, die im Wesentlichen auch für die Gattung Philodina Geltung haben, nun auch auf alle übrigen Philodiniden auszudehnen. Die weiter unten zu besprechende Callidina magna n. sp. stimmt mit Rotifer in dem Bau des Exkretionsorgans so ziemlich überein, und meiner persönlichen Überzeugung nach wird sich die Mehrzahl der Philodiniden eben so verhalten, da diese überhaupt hinsichtlich ihrer Organisation eine sehr einheitliche Gruppe darstellen. Dieser Umstand schließt aber nicht aus, dass bei diesem oder jenem Genus sich die für die große Mehrzahl der übrigen Rotatorien gültige Sonderung in eine kontraktile Blase und eine Kloake vollzogen hat. Zelinka behauptet Letzteres z. B. für die sehr sorgfältig von ihm untersuchte Callidina symbiotica. Discopus synaptae Zel. scheint hinsichtlich der Einmündung der Exkretionsgefäße mit Rotifer übereinzustimmen, da dieselben »unter dem hinteren Theile des Blasendarmes hervorkommen«[1]. Bei dieser Art ist jedoch die Kloake noch nicht theilweise mit kontraktiler Wandung versehen und würde demgemäß eventuell noch einen primitiveren Charakter bekunden, als Rotifer.

Der Bau der Geschlechtsorgane bildet ohne Zweifel denjenigen Theil aus der Anatomie der Philodiniden, welcher noch am meisten der Aufklärung bedarf. Den Keimstock (Fig. 2*k*) hat zuerst

---

[1] Zelinka, l. c. p. 208.

Tessin gesehen und Zelinka sodann auch für die von ihm untersuchten Formen kennen gelehrt. Die Zahl der ihn zusammensetzenden kleinen Kerne ist keine große. Ich zählte bei verschiedenen Individuen zwischen 8—15, Tessin nur 6—8; mit zunehmendem Alter wird sie demnach wahrscheinlich immer geringer. Die Zahl der Kerne der Dotterstöcke ist bei Thieren, die sich im Übrigen so gleichen, dass ich sie alle für Rotifer vulgaris Ehr. halten muss, wechselnd und beträgt bald vier, bald acht für jeden Dotterstock. Zelinka erwähnt die Zahl der bei Callidina symbiotica beobachteten Dotterkerne nicht ausdrücklich, zeichnet aber auf Taf. XXIX, Fig. 42 in dem einen Dotterstock sieben Kerne, in dem anderen, welcher noch nicht ganz ausgebildet ist, sogar 13. Bei der weiter unten geschilderten Callidina magna n. sp. steigt die Zahl noch höher, während sie bei Discopus Synaptae sich konstant auf vier beschränkt. Wie man sieht, kann man bei den Philodiniden nicht von einer typischen Achtzahl der Dotterkerne reden, wie diese den Ductiferen zuzukommen scheint, sondern sowohl innerhalb nahe verwandter Arten als auch zwischen Individuen einer Species ist die Menge der Dotterstock-Nuclei variabel. Worauf diese Thatsache zurückzuführen ist, müssen weitere Untersuchungen lehren; jedenfalls ist es sicher, dass bei Rotifer nicht ursprünglich vier Kerne vorhanden sind, aus denen durch einmalige Theilung nach Erreichung eines gewissen Alters acht hervorgehen, denn wenn das Mutterthier acht Dotterkerne aufwies, so war die gleiche Zahl auch schon im Dotterstock halbreifer Embryonen zu erkennen. — Besonders habe ich mich bemüht, folgende drei Fragen für Rotifer vulgaris zu beantworten: 1) ist das vom Hinterende jeden Geschlechtsorgans ausgehende zarte Band als ein einfacher bindegewebiger Strang oder als ein rudimentärer Oviduct anzusehen? 2) fallen die Eier in der That, wie es den Anschein hat, in die Leibeshöhle oder existirt nicht vielmehr ein sehr zartwandiger Uterus? 3) auf welche Weise erfolgt der Austritt der Embryonen aus dem mütterlichen Körper?

Hinsichtlich des zuerst aufgestellten Problems scheint es mir für Rotifer vulgaris ganz unzweifelhaft zu sein, dass der vom Hinterende der Geschlechtsdrüse ausgehende Faden ein bindegewebiger oder, wenn man will, muskulöser Strang ist, dagegen kein rudimentärer Eileiter. Hierfür spricht einmal seine Struktur, und dann seine hintere Befestigung am Enddarm. Er stellt einen völlig soliden Strang dar, dessen homogenes Plasma nicht selten von mehr oder weniger zahlreichen Körnchen erfüllt wird. Kerne konnte ich in ihm nicht entdecken, obwohl sie sicherlich vorhanden sein werden. Da der Strang außerordentlich kontraktil ist, so kommen die Körnchen nicht selten in zusammengezogenem Zustande dicht hinter einander zu liegen und können dann leicht den Eindruck eines zarten quergestreiften Muskels machen. — Der Strang selbst ist schon öfters gesehen worden (Hudson und Gosse, Zacharias, Weber, Zelinka), seine hintere Befestigungsweise hingegen harrt noch der Aufklärung. Zacharias geht der Schwierigkeit aus dem Wege, indem er die selbstverständliche Bemerkung macht, dass der Faden »in der Nähe der kontraktilen Blase« befestigt sei. **Weber**, der in der Darstellung der Geschlechtsorgane in seiner ganzen Arbeit einen Standpunkt vertritt, als ob die Forschung auf diesem Gebiete seit dem Jahre 1884 stille gestanden hätte, hebt das Problem bei Besprechung von Rotifer elongatus hervor, ohne es seiner Lösung näher zu führen, obwohl er einige Seiten vorher ganz bestimmt angiebt: »von jedem Ovar geht ein Oviduct aus; aber man kann denselben nicht bis zu seiner Einmündung in die Kloake verfolgen«. Auch Zelinka gelang es nicht, bei den von ihm untersuchten Philodiniden die Endigungsweise der betreffenden Fäden zu beobachten. Ich selbst habe für Callidina parasitica[1] angegeben, dass jeder Strang an der Matrix der äußeren Haut zu enden scheine, und dass ich ihn bei verschiedenen Rotifer- und Philodina-Species vergeblich gesucht hätte. Ich zog daraus den Schluss, dass der Faden keineswegs konstant vorhanden sei. Diese letztere Angabe möchte ich hiermit zurücknehmen, denn ein derartiger Misserfolg ist wohl eher darauf zurückzuführen, dass der betreffende Strang durch andere Organe verdeckt wird, als darauf, dass er fehlt. Ich glaube jetzt sicher ermittelt zu haben, dass der hintere Aufhängefaden der Geschlechtsdrüse bei Rotifer vulgaris an den Seiten des Enddarmes, ungefähr am Ende des vorderen Drittels, befestigt ist. Könnte man ihn bis zur Kloakenwand verfolgen, so ließe er sich als ein rückgebildeter Eileiter deuten; die geschilderte Endigungsweise im Verein mit seiner soliden Struktur machen eine solche Anschauung unmöglich und weisen auf seine bindegewebige Natur hin.

Über die zweite der oben aufgeworfenen Fragen sind nur zwei verschiedene Auffassungsweisen möglich, und beide finden wir in der Litteratur zu wiederholten Malen vertreten. Ehrenberg lässt die zu jeder Jahreszeit im Inneren ausgewachsener Thiere anzutreffenden Eier oder Embryonen »von der dehnbaren Haut des Eierstockes, dem Uterus,« umschlossen sein, ohne freilich auf die Schilderung dieses Brutsackes näher einzugehen. Das Gleiche gilt von Eckstein, welcher von Philodina aculeata Ehr. behauptet, »die embryonale Entwicklung findet, wie bei allen Philodiniden, im Uterus statt«. Hudson und Gosse[2] betonen, dass das Vorhandensein eines besonderen Uterus noch nicht erwiesen ist, vermuthen aber, derselbe habe sich nur wegen seiner außerordentlichen Zartheit den Blicken der Beobachter entzogen. **Zelinka** glaubt, davon überzeugt zu sein, dass die Eier von Callidina symbiotica nicht in die Leibeshöhle fallen, was natürlich die Existenz eines sich an die Keimdrüsen ansetzenden Ausführganges, dessen hinterer Abschnitt als Uterus zu bezeichnen wäre, voraussetzt. Auch **Weber** »glaubt« für Rotifer trisecatus[1] »an das Vorhandensein eines Uterus und zweier Oviducte«. Nur bei **Zacharias** finden wir die nach meiner Ansicht für die viviparen Rotifer- und Philodina-Species allein richtige Anschauung vertreten, dass die Eier und Embryonen in der Leibeshöhle liegen. Er geht zwar auf diesen wichtigen Punkt nicht näher ein, erklärt auch, dass es ihm völlig räthselhaft sei, »durch welche Pforte das junge Thier die Leibeshöhle der Mutter verlasse«, aber immerhin ist es sein Verdienst, auf dieses von den übrigen Rotatorien so abweichende Verhalten hingewiesen zu haben. Später habe ich für Callidina parasitica das Fehlen eines Ausführganges und die Entwicklung der Embryonen in der Leibeshöhle der Mutter bestätigt, und zu dem gleichen Resultate bin ich durch ein erneutes Studium des Rotifer vulgaris geführt worden. Verwendet man zur Untersuchung Thiere, welche einige Zeit gehungert haben und recht durchsichtig geworden sind, so gewinnt man die Überzeugung, dass unmöglich ein besonderer Uterus vorhanden sein kann. Die Embryonen bewegen sich vielfach in so verschiedener Richtung durch den Leibesraum — oft bis weit hinter die Afteröffnung —, dass eine sie umhüllende Membran dadurch hin und hergezerrt werden müsste, und es ist nicht einzusehen, warum eine Immersionslinse, welche die feinen, von den verschiedenen Organen auslaufenden Bindegewebsfäden erkennen lässt, eine derartige, Falten werfende Membran nicht zur Anschauung bringen sollte. Auch wird Einem das Fehlen eines Uterus zur Gewissheit, wenn man den Austritt der jungen Thiere aus der Leibeshöhle der Mutter beobachtet.

---

[1] l. c. p. 231.

[2] l. c. p. 103.

Ich komme damit zur Besprechung der dritten der oben aufgeworfenen Fragen, über die in der Litteratur meines Wissens nur sehr spärliche Nachrichten vorliegen. Bei **Ehrenberg** findet sich der Satz: »periodisch werden bald Eier, bald ausgekrochene Junge durch die hintere Darm- und Sexualöffnung ausgeschieden«. Derselbe ist für Rotifer vulgaris zweifellos zum Theil unrichtig, da diese Art stets vivipar ist. Cox[2] giebt an, »der Ovarialsack öffnet sich in die Kloake oder in das Rectum des Rotifer, und das Junge wird durch den After ausgestoßen«. **Hudson** und **Gosse** bestätigen den Austritt der Jungen durch die Kloake. Ich selbst bin fünfmal Zeuge eines Geburtsaktes gewesen; viermal verließ das junge Thier durch den After den Leibesraum der Mutter, und dies ist offenbar der normale Verlauf, während einmal die Haut der Mutter am Rücken gewaltsam durchbrochen wurde, was den Tod derselben zur Folge hatte; den letzteren Vorgang halte ich für pathologisch. — Da eine Geburt erst dann eintritt, wenn ein ganz- und ein halbreifer Embryo und außerdem noch 1—2 in der Furchung begriffene Eier die Leibeshöhle der Mutter erfüllen, so ist es gar nicht so schwierig, dieselbe bei starker Vergrößerung zu beobachten. Man hat nur nöthig, einen Rotifer zu suchen, welcher jenen Bedingungen entspricht, und der schon mit schwachen Linsen leicht an den drei verschiedenen Kauapparaten zu erkennen ist. Liegt der zur Geburt reife Embryo ganz ruhig in der Leibeshöhle, so genügt es, wenn man alle paar Minuten einen Blick in das Mikroskop wirft; bewegt sich derselbe dagegen lebhaft umher, so hat man ihn unausgesetzt im Auge zu behalten, denn der Austritt erfolgt sehr rasch und kann dadurch leicht alle aufgewandte Mühe vereiteln. Schon einige Zeit vor der Geburt kehrt der Embryo stets sein vorderes Körperende, d. h. den an seiner Spitze die Augen tragenden Nackenrüssel, nach hinten. Kurz vor der Geburt tastet dieser Rüssel bei völlig eingezogenem Räderapparat wie suchend überall gegen die den After umgebende Hautregion. Sowie das Thier die Analspalte gefunden hat, scheint es zu fühlen, dass hier seinem Druck kein starker Widerstand geleistet wird, und nun erfolgt der Austritt, indem der Embryo den hintersten Abschnitt der Kloake an irgend einer Stelle gewaltsam durchbricht und sich durch den After ins Freie schiebt. Das Mutterthier erleichtert den Geburtsakt, wie auch **Cox** beobachtet hat, dadurch, dass es die Ringmuskeln in der Mitte des Rumpfes stark zusammenzieht und so dem Fuße des jungen Rotifer einen festen Stützpunkt verschafft. Außerdem wird der Fuß der Mutter in der Regel völlig ausgestreckt und an seiner Basis, also kurz hinter dem After, stumpfwinklig umgebogen, um auf diese Weise ein Ausweichen des Embryo in die Fußhöhle zu vermeiden. Schon wenige Augenblicke nach der Geburt beginnt der kontraktile Kloakenabschnitt der Mutter seine Pulsationen aufs Neue, während die Wände des hinteren Theiles, die bei dem Akte in so hohem Grade in Mitleidenschaft gezogen werden, eng an einander gepresst liegen. Irgend welche Spuren dieser Durchbruchsöffnung lassen sich aus diesem Grunde an der Kloakenwand nicht erkennen. Ich habe Anfangs vermuthet, dass hier eine besondere Öffnung dauernd vorhanden sei, bin aber von diesem Gedanken zurückgekommen, als ich beobachtete, dass bei verschiedenen Geburten bald die dorsale, bald die ventrale Wand des hintersten Kloakenabschnittes durchstoßen wird. — Wie schon angedeutet wurde, verläuft die Geburt nicht immer glücklich für die Mutter. So beobachtete ich einmal ein Individuum, welches einen sehr munteren reifen und einen halbreifen Embryo umschloss. Der Räderapparat der Mutter war in Thätigkeit, und da eine reichliche Wassermenge unter dem Deckglase sich befand, fühlte sich das Thier offenbar ganz ungestört. Ich unterbrach die Beobachtung für einige Augenblicke, sah aber zu meinem Erstaunen beim Wiederaufnehmen derselben beide Embryonen ziemlich gleichzeitig in der Mitte des Körpers durch einen großen dorsalen Riss ins Freie gleiten. Auch ein Theil des Darmes trat heraus, und schon wenige Minuten später war das Mutterthier todt. Da andere, in nächster Nähe befindliche Räderthiere völlig unversehrt waren, auch keine Verletzung irgend welcher Art das Präparat getroffen hatte, so kann man den Vorgang nur so erklären, dass der reife Embryo sich auf diese gewaltsame Weise den Austritt erzwungen hat, wobei er vielleicht durch eine plötzliche und zufällige Kontraktion der Mutter unterstützt wurde. Bestände ein besonderer, in die Kloake führender Oviduct, so könnte eine derartige Durchbrechung der Rückenwand der Mutter wohl schwerlich stattfinden. — Noch ein anderer Umstand spricht dafür, dass die Embryonen in der Leibeshöhle liegen und sich auf diese ungewöhnliche Weise aus derselben entfernen. Man trifft ab und zu völlig normal und gut genährte Rotiferen, welche todt sind, aber im Inneren noch einen lebhaft umherkriechenden Embryo bergen. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass die reifen Früchte manchmal die Afteröffnung nicht finden und ihre Bewegungen dann schließlich so gewaltsam werden, dass sie innere Verletzungen der Mutter und dadurch deren Tod herbeiführen. Wer gesehen hat, wie die jungen Rotiferen in der Leibeshöhle ihrer Erzeuger den Räderapparat entfalten — was Cox ohne Grund bestreitet —, sich unbarmherzig vom Gehirn bis zu den Fußdrüsen ausdehnen, bald mit dem Kopf vorn, bald hinten liegen und Bewegungen aller Art ausführen, wird diesen Erklärungsversuch nicht für unberechtigt halten.

---

[1] l. c. p. 30.

[2] Cox, Reproduction of Rotifer vulgaris. Monthly. Micr. Journ. Vol. XVII. 1877. p. 302.

Es wäre ungerechtfertigt, aus dem Gesagten zu folgern, dass bei allen Philodiniden ein Oviduct fehle, und die Geburt der Embryonen stets in der für Rotifer vulgaris geschilderten Weise sich vollziehe. Es erscheint von vorn herein wahrscheinlich, dass die oviparen Philodiniden sich von den lebendig-gebärenden unterscheiden werden, denn eine Eiablage ohne Oviduct ist wohl nicht gut denkbar. Um mir hierüber Klarheit zu verschaffen, habe ich eine neue moosbewohnende Callidina-Art etwas eingehender untersucht.

III. Callidina magna n. sp.[1].

Diese Art eignet sich durch ihre Größe — sie wird durchschnittlich 422,6 μ lang — ganz besonders dazu, um schwer zu ermittelnde anatomische Verhältnisse klar zu stellen. In der Körpergestalt und den allgemeinen Grundzügen des Baues weicht das Thier in keiner namhaften Weise von den übrigen Callidinen ab; für die Speciesdiagnose sind maßgebend 1) die Struktur des Gebisses, 2) die den Fuß nach hinten abschließende eigenthümliche Haftscheibe mit den Klebdrüsen.

Von den beiden Kieferplatten, welche das Gebiss bilden, trägt die eine 6, die andere 7 starke Querleisten (Zahnformel $\frac{6}{7}$), welche ungefähr die mittleren ${}^2/_5$ der Platten bedecken (Fig. 11). Das vorderste ${}^1/_5$ und die nach hinten gewendeten letzten ${}^2/_5$ werden dagegen in der gewöhnlichen Weise von feinen Querstreifen eingenommen. Die Zahnformel lässt sich nicht immer mit wünschenswerther Schärfe ermitteln, da einerseits der vorderste und hinterste Zahn jeder Platte nicht selten schwächer entwickelt sind als die übrigen Zähne, derart, dass sie einen allmählichen Übergang zu den feinen Querstrichen bilden. Es bleibt dann dem subjektiven Ermessen des Beobachters überlassen, ob er sie noch als Zähne gelten lassen will oder nicht. Andererseits tragen manchmal beide Platten gleich viel stark hervorragende Querleisten, so dass neben der gewöhnlichen Zahnformel $\frac{6}{7}$ auch die folgenden: $\frac{8}{8}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{7}{7}$, $\frac{6}{6}$ beobachtet werden. — Um den Kaumuskeln eine feste Verbindung mit den Kauplatten zu ermöglichen, sind diese mit besonderen Einrichtungen versehen. Die Unterseite derselben ist nämlich ganz ähnlich gebaut wie die obere, d. h. sie ist mit dichtstehenden parallelen Querleisten bedeckt, die hinsichtlich ihrer Stärke ungefähr die Mitte zwischen den eigentlichen Zähnen und den feinen Querlinien der Kaufläche halten. Ferner ist der Außenrand der Unterseite jeder Kieferplatte mit zahlreichen kleinen cylindrischen Stäbchen besetzt, wodurch er ein kammartiges Aussehen annimmt. Diese Stäbchen sitzen ungefähr rechtwinkelig den Kauplatten auf (Fig. 11), bestehen aus derselben chitinartigen Substanz wie die Zahnplatten und zeichnen sich häufig durch ihre horngelbe Färbung aus. Eine gleiche Querstreifung auf der Unterseite beobachtete ich auch bei Rotifer vulgaris und einer anderen nicht näher bestimmten Callidina-Art, dagegen fehlt sie der Call. parasitica.

---

[1] Es ist nicht unmöglich, dass die Call. magna mit einer der zahlreichen EHRENBERG'schen Callidina-Species identisch ist. Dieselben sind aber sämmtlich mit einer so durchaus ungenügenden Diagnose aufgestellt worden, dass man meiner Meinung nach einer dereinstigen systematischen Revision der Rotatorien dadurch am meisten vorarbeitet, dass man sie vollständig ignorirt und nach neuen zuverlässigen Kriterien sucht. Von den durch EHRENBERG in den »Berichten über die ..... Verhandlungen der Akad. d. Wiss. Berlin«, 1848, p. 380 und 1853, p. 529 aufgestellten Arten kommen hier in Betracht: »1) Callidina hexaodon: corpore hyalino, ovis albis, dentibus in singula maxilla 6 mediis majoribus. Longit. —$\frac{1}{3}'''$. Habit. Berolini in tectis et arborum muscis, nec non in muscis cedrorum Libani. 2) Call. octodon: corpore hyalino, ovis albis, dentibus in singula maxilla 8 mediis majoribus. Longit. —$\frac{1}{3}'''$. Habit. Potsdami in murorum muscis. 3) Call. elegans: corpore hyalino, ovis albis, dentibus numerosis aequalibus (ultra 8) totam maxillam obtegentibus. Longit. —$\frac{1}{2}'''$. Habitat Berolini sub arborum musco et in musco cedrorum Libani in Syria. 4) Call. scarlatina: corpore dilute rubello, cute punctis subtilibus aspera, ovulis albis, intestini appendicibus scarlatino aut lateritio cibo repletis, dentibus in quavis maxilla octonis. Longit. —$\frac{1}{2}'''$. Cum Call. alpium ex 11 138 pedum altitudine. A Call. octodonte cute punctata differt.«

Der Fuß endigt hinten nicht wie bei den übrigen Callidinen mit Zehen, sondern mit einer besonderen Haftscheibe, welche aus vielen neben einander stehenden Röhren gebildet wird (Fig. 4). Die zwei Fußdrüsen verschmelzen in der hinteren Hälfte zu einem Zellsyncytium, während sie in der vorderen von einander getrennt sind. Jede besteht hier aus sechs großen, rundlichen, zu zwei unregelmäßigen Längsreihen angeordneten und deutlich von einander getrennten Zellen, an die sich am inneren und vorderen Ende noch eine siebente zipfelförmige anschließt. Die letztere läuft nach vorn in einen bindegewebigen Faden aus, der weiter vorn irgend wie befestigt ist und als Aufhängeapparat für die Drüse dient. Diese Zelle enthält vier Kerne von geringer Größe und ist demnach wohl aus der Verschmelzung von vier ursprünglich getrennten Zellen hervorgegangen. In dem gemeinsamen Syncytium, welches, wie schon angedeutet, auf die getrennten Abschnitte der Fußdrüsen folgt, liegen die zahlreichen kleinen Kerne nur im vorderen Drittel. Der Rest wird fast ganz von den zahlreichen engen Röhren eingenommen, die auf der Haftscheibe ausmünden. Dieselben liegen ganz in dem feinkörnigen Protoplasma des Syncytiums eingebettet, sind überall gleich weit und auch unter sich ungefähr gleich lang, so dass die vorderen Öffnungen alle annähernd in gleicher Höhe liegen. Sie bilden Anfangs zwei gesonderte, den beiden Klebdrüsen entsprechende Bündel, aber schon nach kurzem Verlauf legen sich dieselben so an einander, dass die ursprüngliche Gruppirung nicht mehr zu beobachten ist. — Auch bei Rotifer vulgaris weisen die Fußdrüsen denselben Bau auf wie die vordersten Abschnitte der eben geschilderten Organe, d. h. sie bestehen aus gesonderten Zellen. Wenn ich daher früher angegeben habe[1], dass die

---

[1] Beiträge etc. l. c. p. 101.

Klebdrüsen der Rotatorien aus einem Zellsyncytium gebildet würden, so trifft dies, wie ZELINKA mit Recht hervorgehoben hat[1], nicht allgemein zu, sondern gilt nur (ob immer?) für die Untergruppe der Ductifera. — Die Haftscheibe der Call. magna erinnert sehr an die entsprechenden Organe, welche von ZELINKA für Discopus Synaptae, von mir für die Gattung Paraseison[2] nachgewiesen worden sind. Erstere Art trägt am Fußende eine von vielen kleinen Röhren durchbrochene Saugscheibe, letztere eine Reihe von kleinen Zinken, durch welche das Sekret ausgepresst wird; bei beiden Thierformen weichen aber die Klebdrüsen selbst beträchtlich von denjenigen der Call. magna ab, die ihrerseits in dieser Hinsicht große Ähnlichkeit mit der Call. symbiotica offenbart. Da alle sonst bis jetzt beschriebenen Callidinen Zehen besitzen, hätte ich die in Rede stehende Art auch in eine neue Gattung oder auch in das nahe verwandte Genus Discopus einreihen können. Ich habe dies einstweilen unterlassen, weil erst eine allgemeine, auf viele Arten sich erstreckende Untersuchung die Principien einer rationellen Systematik der Philodiniden darzulegen haben wird, ehe man mit Erfolg das artenreiche Geschlecht der Callidinen in Untergattungen wird zerfällen können. — Das hintere Körperende der Call. magna wird gewöhnlich nach innen eingestülpt, und ist es daher nicht immer leicht, die Haftscheibe deutlich zu beobachten. Kurz vor derselben sitzen wie gewöhnlich zwei kleine »Sporen« dem Rücken des Fußes an. Im Gegensatz zu Call. parasitica endigen sie blind und nehmen dem entsprechend keinen Seitenzweig der Fußdrüsen in sich auf; dasselbe gilt auch für die Sporen des Rotifer vulgaris.

Die Haut weist überall mit Ausnahme der vordersten und der hintersten Scheinsegmente eine deutliche Punktirung (Fig. 5) auf, die jedoch bei verschiedenen Individuen sehr verschieden stark ausgeprägt ist. Die dunklen Punkte liegen in der Cuticula selbst, nicht, wie es leicht erscheint, auf der Oberfläche.

Hinsichtlich des Verdauungskanales weicht die Callidina magna nur in unwesentlichen Punkten von der schon früher geschilderten Bewohnerin des Gammarus pulex ab. Das hinterste, stark verschmälerte Ende der trichterförmigen Mundhöhle zeigt unmittelbar vor dem Kauapparat in seiner Wandung eine eigenartige Streifung, deren Deutung mir bis jetzt noch nicht gelungen ist (Fig. 12 x). Sie scheint ausschließlich in der mit Cilien ausgekleideten Wand zu liegen und verläuft schräg von außen nach innen und von vorn nach hinten. Zellkerne vermochte ich hier nicht zu entdecken. — Die Kauplatten, welche im Einzelnen schon oben bei Erläuterung der Speciesdiagnose geschildert wurden, werden auf der Hinterseite von einer feinkörnigen, mit einigen Kernen versehenen Protoplasmalage bedeckt, die man ohne Zweifel als Kaumuskeln anzusehen hat, obwohl sie in histologischer Hinsicht — die ganze Schicht lässt trotz ihrer relativ beträchtlichen Ausdehnung keine Spur von Streifung oder Fibrillenbildung erkennen — nicht im entferntesten an Muskulatur erinnert. Nach außen wird der Masseter allseitig umgeben von einem dicken Protoplasmamantel, welcher drüsiger Natur ist und dorsal- wie ventralwärts in mehrere halbkugelige Drüsenballen vorspringt, deren Zahl und Anordnung ich nicht weiter verfolgt habe. Der Drüsenmantel scheint aus einem Zellsyncytium zu bestehen und setzt sich nach vorn direkt in die oben beschriebene hinterste Partie der Wandung der Mundhöhle fort. Zwischen ihm und den Kaumuskeln findet sich ein schmaler spaltförmiger Raum, der offenbar dazu dient, das Sekret der äußeren Plasmalage aufzunehmen und nach vorn in den Raum zu leiten, welcher sich vor der Vorderseite der Kiefer ausbreitet. — Das Syncytium des Mitteldarmes wird fast immer dicht durchsetzt von zahlreichen, bräunlich-rothen, fettartig glänzenden Tröpfchen und fällt in Folge dessen durch seine röthliche Farbe sofort auf; von den oben in der Anmerkung aufgezählten Ehrenberg'schen Arten würde demnach die Call. scarlatina wohl die größte Wahrscheinlichkeit einer Identität mit Call. magna beanspruchen können. Die den Mitteldarm nach außen begrenzende Membran ist jederseits vor und hinter dem sechsten dorsalen Muskelring (siehe hierüber weiter unten) direkt an der Körperwand befestigt, woraus seine beträchtliche Breite an diesen Stellen einleuchtet. — Die Kloake ist wie bei Rotifer in ihrem vorderen Abschnitt zur kontraktilen Blase umgewandelt, die auf der Ventralseite nicht weit vom Vorderrande die vereinigten

---

[1] Call. symbiotica. l. c. p. 106.

[2] L. PLATE, Über einige ektoparasitische Rotatorien des Golfes von Neapel. Mitth. Zool. Station Neapel. Bd. VII. p. 241.

Exkretionskanäle aufnimmt. Dieselben lassen sich leicht jederseits bis in den Kopf hinein verfolgen, wo sie ungefähr in der Höhe des dorsalen Tasters enden. Jedes Gefäß trägt neun »Zitterflammen«, die so ziemlich auf gleiche Abstände vertheilt sind; nur die beiden vordersten sitzen dicht neben einander an der Basis des dorsalen Tasters. Die acht vorderen Wimperorgane öffnen sich direkt in die drüsige Wandung des Exkretionskanales (Fig. 5), welche ab und zu, meist in der Nähe eines Zitterorgans, einen großen ovalen Kern einschließt; das hinterste Zitterorgan hingegen wird von einem langen dünnen Kanal getragen, welcher ungefähr in der Höhe des neunten dorsalen Ringmuskels das Hauptgefäß verlässt. Es hängt dies damit zusammen, dass das Exkretionsorgan an dieser Stelle seinen lateralen Verlauf aufgiebt und schräg nach innen, über die Ventralseite des Keimdotterstockes hinweg, zum kontraktilen Kloakenabschnitt läuft; jener zarte Seitenkanal hingegen zieht in der ursprünglichen Richtung des Gefäßes weiter nach hinten. An der Kloake angelangt, vereinigen sich beide Wassergefäße zur Bildung eines kurzen Kanales mit stark entwickelter drüsiger Wandung, eben so wie ich dies oben von Rotifer geschildert habe. — Auf den feineren Bau der Zitterorgane würde ich hier nicht eingehen, da ich dem früher hierüber Mitgetheilten nur einige Details hinzuzufügen habe, wenn nicht neuerdings Weber wieder die alte und meiner Meinung nach längst als irrig nachgewiesene Ansicht vertreten hätte, dass die Zitterorgane am freien Ende offen seien. Auch kann ich Hudson nicht beipflichten, wenn er im Hinblick auf die vielen sich widersprechenden Angaben zu dem pessimistischen Schluss kommt: »there seems to be no hope of settling the point by the microscope«. Schon mit einer guten Wasserimmersion kann man bei Call. magna die Struktur des Zitterorgans völlig klar erkennen. Es zeigt sich zunächst (was schon für Call. parasitica hervorgehoben wurde), dass die Gestalt eine nahezu cylindrische ist, und dass die bei anderen Rotatorien meist so deutlich unterscheidbare Kanten- und Flächenansicht hier stets die gleichen Umrisse zeigen. Dieselben lassen sich in diesem Falle nur an dem Aussehen der beweglichen Membran selbst erkennen; bei der Flächenansicht sind die über die Membran hineilenden Wellenberge als zwei bis drei dunkle Querlinien deutlich sichtbar, während man bei Betrachtung der Kante den Eindruck einer leicht geschlängelten dicken Cilie gewinnt. Die den Hohlraum des Zitterorgans begrenzende Membran (Fig. 5 *wi*) setzt sich aus einem sehr zarten basalen und einem dickeren Endabschnitt zusammen. Letzterer übertrifft den ersteren beträchtlich an Länge und schließt auch am freien Ende das Röhrchen vollständig ab, so dass dieses bis auf die untere Öffnung allseitig geschlossen ist. Die im Inneren desselben aufgehängte schwingende Membran reicht noch mit ihrer Spitze etwas in den dünnwandigen Abschnitt herein; an todten Thieren erscheint sie sehr fein längsstreifig, als ob sie aus dicht verklebten Cilien bestände. Der Kopf des Zitterorgans wird von einer rundlichen Protoplasma-Ansammlung gebildet, in welcher ein kleines, wohl als Kern (Nucleolus?) zu deutendes Korn liegt. An abgestorbenen Thieren zieht sich das Protoplasma häufig auf die freie Endkante zusammen; es entsteht dann hinter derselben ein kleiner spaltartiger Raum, welcher wohl jene Forscher getäuscht hat, die von einem vorn oder seitlich (Eckstein) geöffneten Zitterorgan berichten.

Die Geschlechtsorgane unserer Callidina zeigen einige Verschiedenheiten von denjenigen des Rotifer vulgaris, die offenbar im Zusammenhang stehen mit dem weiteren Unterschiede, dass die Call. magna Eier absetzt und nie lebendige Junge gebiert. Es sind zwei ovale oder auch spindelförmig ausgezogene Keimdotterstöcke vorhanden, von denen jeder von einer dünnen Membran, dem Uterus, allseitig umhüllt wird (Fig. 6). Am hinteren Pole der Geschlechtsdrüse setzt sich dieser Uterus in einen engen, aber sehr erweiterungsfähigen Kanal, den Oviduct, fort, den ich bis zur Kloake verfolgen konnte. In der Uterusmembran liegen einige zerstreute Kerne von spindelförmiger Gestalt, während diese im Oviduct vermisst wurden. Der Uterus ist besonders schön an Thieren zu sehen, welche im Wasser eines natürlichen Todes — siehe hierüber weiter unten — gestorben sind, weil er sich bei diesen allseitig sehr deutlich von dem Geschlechtsorgan abhebt. Die Wände des Oviductes legen sich schon kurz hinter der Keimdrüse meist sehr eng an einander, so dass sein Lumen nicht mehr zu erkennen ist. Der Eileiter sieht dann in der That genau so aus, wie das hintere Aufhängeband der Geschlechtsdrüse bei Rotifer. Zum Unterschiede von diesem habe ich aber nie Kontraktionen an dem Oviduct der Callidina bemerkt, während man diese bei Rotifer öfters in so ausgesprochener Weise beobachten kann, dass eine Verwechselung mit einer passiven Verschiebung des Genitalorgans nach hinten ausgeschlossen ist. Auch habe ich dann und wann Callidinen angetroffen, bei denen das Lumen der Oviducte auch in der ganzen hinteren Hälfte konstatirt werden konnte. — Die Geschlechtsorgane selbst bestehen, wie bei Rotifer und allen übrigen daraufhin genauer untersuchten Rotatorien — eine Ausnahme bilden nur die Seisoniden — aus einem Keim- und einem Dotterstock; ersterer bildet die innere, letztere die äußere Partie des Organs. Von einigem Interesse ist dasselbe nur in zweifacher Hinsicht. Einmal ist die Zahl der Kerne in jedem Dotterstock eine ungewöhnlich hohe; sie schwankt zwischen 13—16, beträgt aber in der Regel 15. Dann ist das Größenverhältnis der Kerne des Dotterstockes zu denen des Eierstockes ein anderes als bei allen übrigen Räderthieren. Während die ersteren die letzteren an Volumen ganz bedeutend, oft 20—30 fach, zu übertreffen pflegen, sind sie hier nur doppelt so groß. Ferner ist der Nucleolus der Dotterkerne, der in der Regel diesen fast allein ausmacht, hier relativ klein und ungefähr eben so groß wie der Nucleolus der Eikerne. In einigen wenigen Thieren fand ich den Kernkörper der Dotternuclei in zwei Kugeln zerfallen und zwar war dies bald bei nur einzelnen Kernen des betreffenden Dotterstockes, bald bei allen der Fall. Die sich entwickelnden Eier kommen zwischen Eierstock und Dotterstock zu liegen, rücken jedoch mit zunehmender Reife aus dieser Stellung heraus und schieben sich weiter nach hinten.

Ich habe früher[1] auf den großen Gegensatz hingewiesen, der zwischen den Philodiniden einerseits und den übrigen Rotatorien (mit Ausnahme der Seisoniden) andererseits besteht und für beide Gruppen die Kollektivbezeichnungen Aductiferen und Ductiferen, d. h. Formen ohne resp. mit Oviduct, vorgeschlagen. Aus dem Gesagten geht nun hervor, dass diese Ausdrücke in so fern nicht glücklich gewählt sind, als es auch Aductiferen mit Eileiter giebt. Es erscheint daher zweckmäßig, die drei natürlichen Hauptgruppen der Rotatorien in folgender Weise zu benennen und zu sondern:

I. Digononten: mit paarigen Geschlechtsorganen.
 1) Philodiniden (früher = Aductifera)
 2) Seisoniden.

II. Monogononten: Geschlechtsorgan unpaar. Hierher alle übrigen Räderthiere, die man weiter in der von Hudson-Gosse in ihrer Monographie vorgeschlagenen Weise in Familien zerlegen kann.

Die folgende Schilderung des Muskelsystems der Call. magna macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern beschränkt sich darauf, die Hauptmuskelzüge hervorzuheben. Dieselben zerfallen nach ihrem Verlauf in Quer- und Längsmuskeln, und die letzteren lassen sich wieder in Hautmuskeln und in solche der Leibeshöhle sondern. Jene schmiegen sich in ganzer Länge der Körperwand an und sind auf den Zeichnungen hell gehalten, diese heften sich nur mit ihren Enden an die Matrix der Körpercuticula, ziehen aber im Übrigen frei durch die Leibeshöhle; ich habe sie auf den Zeichnungen mit dunklem Tone versehen. Bei Betrachtung der Dorsalseite des Thieres erblickt man sechs unter der Haut liegende Ringmuskeln, welche quer über den Rücken ziehen, und auf der Bauchseite nicht weit von der Medianlinie enden (Fig. 7, 8, *III*, *IV*, *VI—IX*), dazwischen schieben sich paarweise Quermuskeln, welche nur die Körperseiten bedecken und die mittlere Partie des Rückens nicht überspannen (Fig. 7, *V* und *X*). Von den beiden vordersten Quermuskeln des Rückens (*I*, *II*) ist weiter zu erwähnen, dass ich sie auf der Ventralseite überhaupt nicht zu finden vermochte und daher annehmen muss, dass sie auf diese nicht mehr übertreten. Ähnliche Quermuskeln, wie die geschilderten, kennen wir durch Zelinka von Call. symbiotica und Discopus Synaptae. Auch histologisch gleichen sie denselben, in so fern jeder Ringmuskel aus einer Anzahl von Segmenten gebildet wird, die in scharf ausgeprägten Längslinien zusammenstoßen. Diese Längslinien der verschiedenen Muskelringe liegen genau hinter einander (Fig. 5, 7), so dass also gleich große Muskeln auch aus gleich viel Segmenten zusammengesetzt sind. Bei denjenigen Bändern, welche den Rücken ganz überspannen, zähle ich zehn derselben, bei den Ringmuskeln *V* und *X* jederseits nur vier. — Die Zahl der peripheren Längsmuskeln ist, wie Fig. 7 zeigt, auf der Dorsalseite nur eine geringe; es finden sich nämlich ein großes Paar (*A*) und zwei kleinere (*B*, *C*). Auf der Bauchseite ist das Längsmuskelsystem (Fig. 8) etwas entwickelter. Zu dem Hauptmuskelpaar $D + E$ gesellen sich die Paare *F* und *G*. Diejenigen Muskeln, welche zum größten Theile frei durch die Leibeshöhle ziehen, dienen als Retraktoren für Kopf und Fuß. Es sind dies auf der Dorsalseite Muskelpaar 1 und 2, auf der Ventralfläche 6 und 7. Dazu kommen die lateralen Muskelpaare 3, 4 und 5. Wie ZELINKA schon für die Leibeshöhlenmuskeln von Discopus hervorgehoben hat, zerfallen diese auch bei Callidina magna ihrer Anordnung nach in eine vordere und eine hintere Gruppe.

---

[1] L. Plate, Callidina parasitica, l. c. p. 233 und Paraseison, l. c. p. 256.

Das Nervensystem unseres Thieres habe ich nur auf seine hinteren peripheren Ausläufer untersucht. Das dreieckige Gehirn (Fig. 6) wird zum größten Theile aus Ganglienzellen gebildet, über deren feineren Bau ich nichts zu ermitteln vermochte. Parallel mit dem Hinterrande desselben dehnt sich eine kleine Partie von rein fibrillärer Struktur aus. Alle drei Ecken des Gehirns setzen sich in einen Nerven fort. Derjenige der vorderen Ecke tritt in den dorsalen, zurückziehbaren Taster und lässt sich bis zu dessen Spitze verfolgen. Der hier befindliche Büschel von Tasthaaren (Fig. 10) gliedert sich in eine centrale Gruppe und eine periphere ringförmige, so dass es bei flüchtiger Betrachtung des optischen Durchschnittes leicht scheinen kann, als ob der Taster 3 gesonderte Büschel trüge. Ähnliche Tastborsten finden sich ferner, zu zwei Büscheln angeordnet und unmittelbar neben zahlreichen beweglichen Cilien, an der Spitze des dorsalen Rüssels (Fig. 9), der außerdem dadurch ausgezeichnet ist, dass die hyaline Membran, welche bei den anderen Callidinen als einheitliches Gebilde das Flimmerfeld von oben überragt, hier auf zwei seitliche und rundliche Lappen von geringer Größe reducirt ist. Die beiden hinteren Ecken des Gehirns spitzen sich ganz allmählich zu und wenden sich dabei der Bauchseite zu. Sie laufen dann in einen feinkörnigen dicken Nervenstrang aus, welcher im Gegensatze zu den Gehirnzipfeln keine (oder doch nur sehr vereinzelte) Kerne in sich birgt. Ungefähr in der Höhe des Hinterrandes des Kauapparates treten zwei Nerven ab. Der eine ist sehr klein und scheint direkt an die Muskulatur der Bauchseite zu treten. Der andere hingegen läuft neben dem Wassergefäß der betreffenden Seite frei durch die Leibeshöhle nach hinten, um dort, wo die Geschlechtsorgane dieselbe ganz erfüllen, sich den Blicken des Beobachters zu entziehen. Dieser Nerv hat eine hyaline, stellenweise auch feinkörnige Struktur (Fig. 5 *n*) und giebt einige Seitenzweige ab, über deren Zahl ich aber noch kein Urtheil abgeben möchte. Mit Sicherheit habe ich jederseits vier Seitennerven beobachtet, welche jeder mit einer Ganglienzelle entspringen und schräg nach vorn gerichtet zur Körperwand laufen. Sie treten hier an die großen Ringmuskeln *VI—IX* über, ohne dass es mir jedoch möglich gewesen wäre, etwas Näheres über die Art der Verbindung von Muskel und Nerv zu ermitteln. Abgesehen von den vier Kernen, von denen je einer an der Wurzel eines jeden Seitennerven liegt, kommen Kerne auch sonst vereinzelt in dem Längsnerv vor, und zwar wird um jeden Kern herum das Plasma etwas dichtkörniger. — Eine eingehende Untersuchung wird bei der Call. magna ohne Zweifel noch andere Nerven nachweisen, welche vom Gehirn aus nach vorn laufen und den Rüssel und die Muskeln des Räderapparates versorgen, wie solche schon für einige andere Philodiniden beschrieben worden sind. Ich habe mich auf diese zeitraubenden Studien nicht weiter eingelassen, weil es mir vornehmlich darauf ankam, zu erfahren, ob den von Zelinka für Call. symbiotica nachgewiesenen zwei hinteren Längsnerven eine allgemeinere Verbreitung unter den Philodiniden zukommt. Wäre dieses der Fall, so würde damit ein weiterer Unterschied zwischen dieser Gruppe und den Monogononten gegeben sein. Bei letzteren kommt nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen jederseits nur ein hinterer Längsnerv vor, der zugleich den Lateraltaster versorgt. Als Homologon dieses Nerven hat man wohl auch den einen hinteren Nerven der Call. magna anzusehen, da sich der Mangel eines lateralen Tasters bei den Philodiniden ungezwungen erklären lässt, nämlich durch Wegfall in Folge der Angewöhnung, die hinteren Scheinsegmente ganz in die vorderen einzustülpen.

Zum Schlusse dieses Kapitels mögen noch einige biologische Notizen Platz finden. Die Call. magna habe ich in der Umgegend von Marburg i. H. nicht eben allzu häufig in tiefen Moospolstern angetroffen. Hinsichtlich ihres sporadischen Auftretens gleicht sie ganz den übrigen Thierformen der Moosfauna (Anguillen, Tardigraden): stellenweise erscheint sie plötzlich in großen Mengen, um an anderen oft ganz nahe gelegenen und scheinbar eben so günstigen Lokalitäten vollständig zu verschwinden. Von ganz besonderem Interesse ist eine Beobachtung, welche ich zu wiederholten Malen gemacht habe, dass nämlich die Call. magna im Wasser, obwohl dieses ihr eigentlichstes und ausschließliches Lebenselement bildet, doch nur eine beschränkte Zeit zu verweilen vermag und von Zeit zu Zeit eintrocknen muss, soll ihre Lebenskraft ungeschwächt erhalten bleiben. Schon bei Gelegenheit meiner Tardigradenstudien bin ich auf diese Thatsache aufmerksam geworden und zwar an verschiedenen Rotatorienspecies, auf deren Bestimmung ich mich seiner Zeit nicht eingelassen habe. Ich sagte in jener Abhandlung[1]: »die von mir kontrollirten Philodiniden zeigten außerdem die Eigenthümlichkeit, dass sie einen längeren Aufenthalt im Wasser nicht zu ertragen vermochten, wenn das Moos zuvor gehörig ausgetrocknet war. 1—2 Tage nach der Anfeuchtung fand ich alle Rotatorien — mit ganz wenig Ausnahmen — todt am Boden liegen, obwohl ihnen frisches Wasser und reichliche Nahrung zu Gebote standen. Die nahe verwandten Philodiniden des süßen Wassers lassen sich hingegen wochenlang in einem Glase am Leben erhalten, wobei sie sich öfters enorm vermehren. Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass die an ein intermittirendes Leben gewöhnten Philodiniden nach einer vorhergehenden Periode gehöriger Austrocknung schon in relativ kurzer Zeit (1—3 Tagen) im Wasser sterben . . . . That ich dagegen frisches Moos, das bei feuchter Witterung gesammelt worden war, in ein Gefäß mit Wasser, so trat dies rapide Sterben der Philodiniden nicht ein, sondern noch nach mehreren Tagen krochen viele Individuen munter im Bodensatze umher. Durch den Trockenzustand wird demnach der Organismus dieser Thiere offenbar geschwächt und zwar um so mehr, je länger er dauert. Diese Schwäche kann einen solchen Grad erreichen, dass die Rotatorien selbst in ihrem eigentlichen Lebenselement sich nur kurze Zeit ihres Daseins freuen können.« Diese Worte finden auch volle Anwendung auf die Callidina magna. Legt man sehr dürres Moos ins Wasser, so sind schon nach ungefähr einer Stunde alle Callidinen zum aktiven Leben erwacht und verharren so ungefähr 1—2 Tage. Nach dieser Frist stellen sich die ersten Vorboten des nahenden Todes ein; die Thiere liegen unbeweglich im Bodensatz des Gefäßes, wobei das vordere und hintere Körperende stark in die mittleren aufgeblähten Scheinsegmente eingestülpt sind; sie sehen aus als ob sie todt wären, sind aber noch nicht abgestorben, wie man aus der Betrachtung der lebhaft schwingenden Flimmerläppchen des Exkretionsorgans und aus zeitweise eintretenden Bewegungen des ganzen Körpers ersieht. Ungefähr 1—2 Tage später, also durchschnittlich am 2.—4. Tage nach der Anfeuchtung des Mooses, hat der Tod alle Individuen vernichtet. Sammelt man Moos zu einer Jahreszeit, in der viel Regen gefallen ist, so dass die Callidinen nur kurze Eintrocknungsperioden in den vorhergehenden Wochen durchgemacht haben, so sind dieselben etwas widerstandsfähiger gegen die schädlichen Einflüsse, welche ein längerer Aufenthalt im Wasser offenbar auf sie ausübt. Das rapide Sterben aller in dem betreffenden Glase befindlichen Callidinen erfolgt dann erst am 4., 5. oder 6. Tage. Aus dem Gesagten folgt demnach, dass 1) die Callidina magna und viele, sehr wahrscheinlich fast alle Philodiniden[1] der Moosfauna, einen längeren Aufenthalt im Wasser nicht zu ertragen vermögen, obwohl dieses ihr eigentlichstes Lebenselement darstellt; 2) sich die schädlichen Einflüsse des Wasserlebens auf diese Thiere um so rascher geltend machen, je länger der demselben vorhergehende Trockenzustand gewährt hat und je vollständiger er gewesen ist. Hieraus kann man weiter schließen, dass die genannten Thierformen dann am längsten ihre Lebenskraft bewahren werden, wenn einerseits jede Periode eines Wasseraufenthaltes nur kurze Zeit, ca. einen Tag, währt, andererseits diese Perioden relativ rasch auf einander folgen, so dass allzu lange währende Trockenzustände vermieden werden. Während sich der Beginn der nachtheiligen Wirkung des Wasserlebens ziemlich genau an dem Eintritt der oben genannten Erscheinungen (Aufhören der Beweglichkeit etc.) erkennen lässt, fehlt uns darüber noch jede Kontrolle, wie lange die Philodiniden der Moosfauna unbeschadet ihrer Lebenskraft im ausgetrockneten Zustand außerhalb des Wassers existiren können; dass derselbe monate-, selbst jahrelang andauern kann, unterliegt keinem Zweifel. Da aber, wie ich eben gezeigt habe, die Thiere nach einer langen Austrocknungsperiode rascher im Wasser absterben als nach einer kurzen, so muss das Austrocknen die Lebenskraft des Organismus schwächen, und wenn diese auch nur in sehr geringem Maße von jenem Zustande beeinflusst wird, so wird sie doch schließlich bei unbegrenzter Dauer dieses Einflusses erlöschen müssen. Die nachtheilige Wirkung des Trockenzustandes ist wohl als eine Folge der Athmung anzusehen. Da jeder lebende Organismus athmen muss, die Athmung aber mit einem Verlust von Kohlenstoff verbunden ist, so ist es natürlich, dass die zu einem unscheinbaren Staubkörnchen zusammengeschrumpften, aber nichtsdestoweniger lebenden Philodiniden auf die Dauer diesen Substanzverlust empfinden, da sie nicht im Stande sind, denselben durch Aufnahme neuer Nahrung zu ersetzen. Viel schwerer, ja wie mir scheint, fast unmöglich, ist es aber eine plausible Erklärung dafür zu finden, dass die moosbewohnenden Philodiniden keinen längeren Aufenthalt im Wasser vertragen, also gezwungen sind, ein intermittirendes Dasein zu führen, in dem immer Perioden eines aktiven und solche eines latenten Lebens mit einander abwechseln, obwohl sie doch ihrem ganzen Baue nach eben so wie die zahlreichen Verwandten im süßen und salzigen Wasser auf ausschließliche Benutzung des flüssigen Mediums angewiesen sind. Ich habe Anfangs vermuthet, dass vielleicht irgend welche Fäulniserscheinungen im Wasser Ursache des plötzlichen Todes aller Callidinen sein könnte, bin aber hiervon ganz zurückgekommen, da sich auch nicht die geringsten Spuren derartiger Processe auffinden ließen. Weiter wäre es denkbar, dass die Lebensdauer der Call. magna an sich nur einen kurzen Zeitraum von etwa 2—4 Tagen umfasste, nach dieser Frist demgemäß der Tod eintreten müsste. Aber auch diese Anschauung ist nicht haltbar, weil jenes plötzliche Sterben eben so sehr kleine jugendliche, wie große ausgewachsene Individuen befällt, und man ferner bei letzteren fast immer noch eine Anzahl von Eikernen im Eierstock vorfindet, zum Beweise, dass die geschlechtliche Thätigkeit des Thieres noch nicht zu ihrem natürlichen Abschluss gekommen war, als der Tod eintrat. Ich vermag nur an eine Thatsache zu erinnern, welche auf die in Rede stehende Erscheinung etwas Licht wirft, ohne sie freilich in befriedigender Weise zu erklären. Die natürlichen Existenzbedingungen der moosbewohnenden Philodiniden sind derart, dass sie den Thieren nur ganz ausnahmsweise einen längeren Aufenthalt im Wasser ermöglichen. Im Allgemeinen werden dieselben immer nur nach Regengüssen aus ihrem zusammengeschrumpften todähnlichen Zustande in das aktive Leben zurückgerufen werden, und von der Menge des gefallenen Wassers wird es abhängen, wie viel Feuchtigkeit das wie ein Schwamm wirkende Moospolster aufsaugt und wie lange es dieselbe festhält. In unserem Klima, wo die Niederschläge sich auf das ganze Jahr vertheilen und die einzelnen Schauer nur von kurzer Dauer zu sein pflegen, werden die Philodiniden zwar häufig, aber immer nur für wenige Stunden so viel Wasser zwischen den Moospflänzchen vorfinden, als zum Herumkriechen und Herbeistrudeln der Nahrung erforderlich ist. Man kann nun annehmen, die Thiere haben sich an eine derartige intermittirende Existenz so sehr gewöhnt, dass sie einen Wasseraufenthalt von mehrtägiger Dauer nicht mehr zu ertragen vermögen. Es wäre damit ein neues Beispiel gegeben für die erstaunliche Anpassungsfähigkeit der Thiere, die so weit geht, dass durch sie ursprünglich normale Existenzbedingungen in ihr gerades Gegentheil verwandelt werden.

---

[1] L. Plate, Beiträge zur Naturgeschichte der Tardigraden. Zool. Jahrbücher. III. 1888. p. 524.

---

[1] Eine Ausnahme macht, so viel ich weiß, nur die weiter unten geschilderte Adineta vaga Dav.

An dieser Stelle mögen einige Bemerkungen über die Eintrocknungsfähigkeit der Räderthiere im Allgemeinen eingeschaltet werden. Wie ich schon in meiner Tardigradenabhandlung hervorgehoben habe, erklärt sich die große Meinungsverschiedenheit, welche über diesen Punkt zwischen den Rotatorienforschern herrscht, sehr leicht daraus, dass einige derselben mit reinen Wasserformen experimentirten und dann stets zu einem negativen Resultate kamen, während diejenigen, welche zu ihren Versuchen die Moos- und Dachrinnenfauna benutzten, sich seit der denkwürdigen Entdeckung Leeuwenhoek's leicht von der Wiederbelebungsfähigkeit dieser und verwandter Organismen überzeugten. Außerdem können entgegengesetzte Ansichten auch dadurch sehr leicht hervorgerufen werden, dass die Systematik der Philodiniden noch eine wahre Terra incognita ist, so dass die sichere Bestimmung der Versuchsthiere vielfach ganz unmöglich ist. Diejenige Art z. B., die oben bei Besprechung einiger anatomischer Verhältnisse als Rotifer vulgaris bezeichnet wurde, lebt dauernd im Wasser und ist, wie mir eine Anzahl von Versuchen gelehrt haben, außer Stande nach vollständiger Eintrocknung wieder aufzuleben. Ich gebe in diesem Punkte Ehrenberg, welcher auch die Wiederbelebungsfähigkeit von Rotifer vulgaris bestreitet, völlig Recht. Die Versuche wurden unter den verschiedensten Bedingungen gemacht, aber selbst wenn das Wasser in einem Uhrschälchen zwischen Sand und Moospflänzchen ganz langsam innerhalb 40 Stunden zum Eintrocknen gebracht wurde, blieben sämmtliche Individuen todt. Die sehr häufig wiederkehrende Angabe, dass Rotifer vulgaris »aus dem Dachrinnensande« unbeschadet seiner Lebenskraft eintrocknen könne, bezieht sich daher offenbar nicht auf dieselbe Art, welche von Ehrenberg und mir zu Versuchen gebraucht wurden, sondern auf irgend eine nahverwandte und kann daher, trotzdem sie an sich auf richtigen Beobachtungen fußt, mit anderen ebenfalls richtigen Schlüssen in einen scheinbaren Widerspruch gerathen.

IV. Adineta vaga Dav.

Unter den Philodiniden giebt es eine Gattung, welche den für diese Gruppe so sehr charakteristischen Rüssel nur in ganz geringer Ausbildung besitzt und daher als Übergangsform von den Monogononten zu den Philodiniden von einigem Interesse ist. Die eine hierher gehörige Art wurde von H. Davis[1] zuerst unter dem Namen Callidina vaga beschrieben. Da sie aber von den übrigen zur Gattung Callidina gerechneten Formen erheblich abweicht, habe ich 1886 in meiner Abhandlung über die Ektoparasiten des Gammarus pulex[2] den Namen Planotrochus vagus vorgeschlagen; diesen letzteren möchte ich jetzt wieder kassiren, weil Hudson und Gosse dasselbe Bedürfnis gefühlt und gleichzeitig mit mir in ihrer großen Monographie die Art als Adineta vaga beschrieben haben.

---

[1] H. Davis, A new Callidina, with the result of experiments on the desiccation of Rotifers. Monthly micr. journ. IX. 1873. p. 201.

[2] l. c. p. 235 Anm.

Hinsichtlich der äußeren Gestalt der Adineta vaga habe ich den von den englischen Autoren gegebenen Schilderungen nichts hinzuzufügen, dagegen verdient das vordere Wimperschild (Fig. 13, 14) noch eine nähere Beschreibung. Dasselbe soll nach Angabe der genannten Forscher den ursprünglich zweilappigen Bau des Räderapparates der Philodiniden trotz seiner ganz veränderten Stellung zum Körper noch dadurch bekunden, dass in der ventralen Medianlinie des Schildes sich eine cilienfreie Rinne erstreckt und die Wimpern daher auf zwei Seitenfelder sich vertheilen. Von dieser Furche habe ich an den mir vorliegenden Exemplaren, die ich in beschränkter Zahl zusammen mit Call. magna antraf, nie etwas bemerken können; vielmehr war die ganze Ventralfläche des Kopfschildes überall gleichmäßig mit kleinen Cilien besetzt. Die Rückenhaut des Kopfschildes wölbt sich zuweilen in Folge der Thätigkeit gewisser Muskeln in der Längslinie wulstförmig nach außen vor, wofür sich die Seitenflächen etwas abflachen (Fig. 13) und kann dadurch bei gewisser Einstellung der Anschein einer Rinne vorgetäuscht werden, während sie thatsächlich fehlt. Die Cilien dehnen sich bis nahe an den Vorderrand des Schildes aus, lassen diesen selbst aber frei und greifen auch nicht auf die Ventralseite des Rüssels über. — Ganz eigenartig sind die kammförmigen Gebilde, welche zu beiden Seiten der Mundöffnung stehen und den Hinterrand des Kopfschildes darstellen. Die Cuticula der Haut verdickt sich hier beträchtlich zur Bildung von zwei derben Platten, die im spitzen Winkel dem Kopfschilde ansitzen und nach vorn gerichtet sind (Fig. 14). Jede Platte läuft am Außenrande in einen spitzen Zahn aus und trägt am freien Rande ca. fünf kleine Einschnitte, wodurch das erwähnte kammartige, gezähnelte Aussehen hervorgerufen wird. Letzteres hat Davis schon richtig beobachtet, während Hudson und Gosse sein Vorhandensein ohne Grund in Zweifel ziehen. Jeder Kamm setzt sich innen direkt in die Körperwand fort, welche den ventralen Rand der Mundöffnung bildet, und außen in eine dünne Membran, welche mit dem Saum des Wimperschildes verschmilzt; beide Zahnkämme sind daher nur die eigenartig veränderten Hinterränder der Kopfscheibe. Vom inneren Flügel der Kämme sieht man ferner je einen kleinen Chitinstab nach hinten vorspringen und sich mittels eines kleinen Ringes an der Innenfläche der ventralen Körperwand, neben der Mundöffnung anheften. Er dient wohl dazu, eben so wie die seitlichen Membranen, die Kämme in ihrer schräg nach vorn gerichteten Stellung festzuhalten und ein Zurückklappen derselben nach hinten zu vermeiden. Der ganze Apparat wirkt nämlich wie ein Schabeisen. Das Thier bewegt sich, die Kopfscheibe dicht an die Unterlage gedrückt, nach vorn, kratzt dabei eine Menge kleiner Partikelchen ab, welche in

Folge der Stellung der Kämme nach innen, in die Mundhöhle bewegt werden. — Der sehr eigenthümliche Rüssel der Adineta vaga besteht aus einem kleinen, aber breiten und hakenförmig nach unten gekrümmten Fortsatz des vorderen Kopfendes (Fig. 13, 14). Zu beiden Seiten springt er vorn wie ein Horn vor, da der Vorderrand etwas breiter ist als die Basis des Rüssels. Jedes Horn trägt auf seiner ventralen Fläche einen Büschel steifer Haare, der offenbar ein Sinnesorgan darstellt und setzt sich dann in Gestalt einer dünnen Membran bis zur Basis des Rüssels fort. In den Rüssel treten Längsmuskeln, welche als Retraktoren fungiren. — Der kleine dorsale Taster liegt direkt über dem Gehirn und ungefähr in der Höhe der Mundöffnung. Er kann durch Muskeln zurückgezogen werden (was Davis bestreitet) und besteht aus einem großen basalen und einem kleinen Endgliede, aus dessen Grunde die Tasthaare entspringen. — Eine genauere Untersuchung des Thieres wird durch die schnellen und ruckförmigen Bewegungen — Adineta vaga ist die einzige Philodinide, welche sich nur mit dem hinteren, nicht aber mit dem vorderen Körperpole festheftet — sehr erschwert, so dass man nur mit Hilfe verdünnten Cocains einigermaßen zum Ziele gelangt. Die kontraktile Blase ist ein Theil der Kloake, und auch das Gebiss entspricht ganz dem typischen Baue der echten Philodiniden, an die sich Adineta überhaupt eng anschließt. Man darf daher auch nicht in der Wimperscheibe derselben ein primitives Verhalten erblicken, sondern hat dieselbe von dem doppelten Cilienkranze eines Rotifer abzuleiten. Ich betone dies ausdrücklich desshalb, weil eine derartige ventrale Cilienplatte bei einer ganzen Anzahl von Rotatorien vorkommt (Notommata aurita Ehr., ansata Ehr., Tardigrada Leyd., saccigera Ehr., Diglena forcipata Ehr., giraffa Gosse) und den Gedanken aufkommen lassen könnte, die Rotatorien auf gasterotriche Urformen zurückzuführen. Derartige Räderthiere nehmen nach unseren jetzigen Kenntnissen eine so isolirte Stellung ein, dass ihr scheinbar primitiver Cilienapparat vielmehr als extreme Fortbildung des doppelten Wimperkranzes der Rotiferiden anzusehen ist. — Völlig ausgestreckte Adineten messen 283—340 μ in der Längsrichtung.

V. Einige Bemerkungen zur systematischen Stellung der Rotatorien und zur Trochophoratheorie.

Auf die vielumstrittene Frage nach der systematischen Stellung der Räderthiere lasse ich mich hier nur ein, weil in jüngster Zeit einige Arbeiten über dieses Thema erschienen sind, mit deren Auffassung ich nicht ganz übereinstimme. Ich habe schon früher aus einander gesetzt[1], dass mir die Hatschek'sche Trochophoratheorie die dermalen befriedigendste Lösung des Problems zu gewähren scheint, indem sie aus der Ähnlichkeit der Larven vieler Bryozoen, Anneliden, Turbellarien, Gephyreen und Mollusken mit den Räderthieren den Schluss zieht, dass alle diese Thierklassen sich aus einer rotatorienartigen Urform, der Trochophora, entwickelt haben. Den reinsten Ausdruck soll diese Urform in den Larven der chätopoden Anneliden, speciell in der Lovén'schen Larve des Polygordius finden. Ohne auf die zahlreichen Thatsachen einzugehen, die zu Gunsten dieser Theorie sprechen, seien hier nur einige Fragen berührt, die das Verhältnis der Trochophoralarve zum Rotator betreffen.

---

[1] Beiträge etc. Schlusskapitel.

Mein früherer Einwand, dass sich bei den Räderthieren mit der primitiven doppelreihigen Form des Cilienapparates zwischen den beiden Wimperkränzen eine nackte Furche findet, während die Trochophora des Polygordius und Eupomatus zwischen denselben einen dichten Cilienbesatz aufweist, der in die Mundöffnung hineinzieht, ist, wie Zelinka zuerst für Callidina und Discopus hervorgehoben hat, und wie ich es nachträglich für Rotifer, Philodina und Pterodina bestätigen kann, nicht richtig. Auch diese mit den typischen Wimperorganen versehenen Rotatorien besitzen zwischen beiden Hauptkränzen einen zarten, aber dichten Cilienbesatz, der sich in die Mundöffnung fortsetzt. Eine besondere Modifikation ist Rotifer vulgaris und Pterodina patina nur in so fern eigen, als der hintere Cilienkranz aus so zarten Härchen besteht, dass er sich nur durch seine Lage, aber nicht durch seine Größe von den Cilien der Flimmerfurche abhebt und unterscheidet. Betrachtet man daher den Räderapparat, so hat man zunächst nur den Eindruck, dass er sich aus einem vorderen Kranze sehr starker Cilien und einem dahinter gelegenen breiten Bande sehr zarter Härchen zusammensetzt. Auf derartige kleine Unterschiede ist aber wohl kein Werth zu legen, wie es mir überhaupt am richtigsten erscheint[1], bei Homologisirung der Wimperkränze trochophora-ähnlicher Organismen zunächst von allen Details abzusehen und alle Cilienkränze, welche das vordere Körperende in querer Richtung umziehen und direkt in den Mund hereinlaufen oder in unmittelbarer Nähe an ihm vorbeiziehen, für homolog zu erklären. Sehen wir doch einerseits nahverwandte Larvenformen hinsichtlich der Gestaltung der oralen Flimmerrinne von einander differiren; so besitzt die Larve von Lopadorhynchus nach Kleinenberg[2] und die von Terebella nach Salensky[1] nur einen präoralen »Prototroch«, während die entsprechenden Stadien von Polygordius, Eupomatus, Psygmobranchus[1] und Nereis[1] außerdem noch einen hinteren Flimmerring aufweisen. Nach Salensky soll zunächst überhaupt nur ein präoraler Flimmerring vorhanden sein, der entweder allein bestehen bleibt oder sich in einen präoralen und einen postoralen theilt oder endlich verschwindet und durch einen postoralen ersetzt wird (Pileolaria). Andererseits zeigt uns die Klasse der Rotatorien selbst zur Genüge, welche erstaunliche Umbildungsfähigkeit den zwei ursprünglichen Cilienkreisen zukommt. Von diesem Standpunkte aus pflichte ich daher auch Tessin nicht bei, welcher jede Homologie zwischen den Wimperringen der Trochophora und den Rotatorien bestreitet, weil der präorale Kranz der letzteren in sehr vielen Fällen nicht ganz geschlossen ist. Es ist ganz richtig, dass derselbe häufig dorsal und ventral in der Medianlinie auf eine kleine Strecke unterbrochen ist, was vielleicht bei der Trochophora der Anneliden nie vorkommt, aber meiner Ansicht nach darf man auf solche Kleinigkeiten keinen Werth legen, denn fängt man einmal in dieser Weise zu kritisiren an, so giebt es, wenn man konsequent sein will, kein Aufhören, und man kommt aus dem Hundertsten ins Tausendste. Durch Aufzählung derartiger kleiner, im Einzelnen bestehender Differenzen wird jedoch die große morphologische und physiologische Übereinstimmung, welche zwischen den oralen Wimperschnüren der in Rede stehenden Larven und der Räderthiere nun einmal vorhanden ist, nicht aufgehoben, und diese berechtigt uns, phylogenetische Verwandtschaftsbeziehungen aus jenen Organen zu erschließen.

---

[1] Entgegen einer früher von mir geäußerten Ansicht. cf. Beiträge etc. p. 116.

[2] N. Kleinenberg, Die Entstehung des Annelids aus der Larve von Lopadorhynchus. Diese Zeitschr. Bd. XLIV. 1886. p. 22.

Besondere Schwierigkeiten bei der Zurückführung der Trochophoralarven auf die Rotatorien bereiten das Nervensystem und die damit zusammenhängenden Sinnesorgane. Schon in meiner ersten Rotatorienarbeit hob ich hervor, »dass das Gehirn der Räderthiere nicht der Scheitelplatte der Trochophora homolog gesetzt werden darf, weil es von Anfang an außerhalb der Wimperkränze und nicht am vorderen Pole der Körperlängsachse, sondern am Rücken über dem Schlunde liegt, und dass bis jetzt bei der Trochophora noch keine Spur von dorsalen und lateralen Tastern gefunden ist, Sinneswerkzeugen, die für die Rotatorien viel charakteristischer sind, als die zwei Cilienreifen am Kopfe, da diese sehr vielen, jene so gut wie keinem Räderthier fehlen«. Tessin hat später denselben Gedanken ausgesprochen, dass nämlich das Gehirn der Trochophora wegen seiner Lage am Pole der Umbrella nicht mit dem Gehirn der Räderthiere identificirt werden kann, hat aber dadurch den Widerspruch ZELINKA's hervorgerufen. Letzterer befindet sich, wie ich glaube, auf einer falschen Fährte. Die Frage lässt sich überhaupt nur auf zwei verschiedenen Wegen lösen, entweder mit Hilfe der Entwicklungsgeschichte oder auf Grund vergleichend-anatomischer Erwägungen. Da wir nun nichts Sicheres darüber wissen, wie sich das Gehirn bei den Rotatorien anlegt, so sind wir ausschließlich auf die Untersuchung der ausgebildeten Rotatorien angewiesen, und diese lehrt, dass bis jetzt noch keine Art gefunden worden ist, welche eine der Scheitelplatte der Trochophoralarven entsprechende umbrellare Ektodermverdickung besitzt; wohl aber hat man bei einer sehr großen Anzahl von Arten das Gehirn außerhalb der Wimperkränze beobachtet und zwar stets in derselben Region des Kopfes, so dass es auch durchaus unwahrscheinlich ist, dass es je in irgend einer anderen Lagerung gefunden werden wird. Nun hat KLEINENBERG für die Larve des Lopadorhynchus gezeigt, dass die Scheitelplatte selbst ein Sinnesorgan ist, dessen Ganglienzellen erst später, wenn das Sinnesorgan verfällt, mit den Ganglienzellen benachbarter Sinneswerkzeuge verschmelzen und dadurch die Hauptmasse des bleibenden Gehirns liefern. Es wäre daher denkbar, dass zwar das Gehirn der Räderthiere eine selbständige Bildung darstellte, dass dieselben aber daneben ein im Centrum der Wimperscheibe befindliches Sinnesorgan besäßen, welches der Scheitelplatte der Trochophora gleichwerthig wäre. So weit unsere Kenntnisse bis jetzt reichen, ist Letzteres nirgends der Fall. Es giebt zwar eine Anzahl von Räderthieren, welche Tastborsten auf der Wimperscheibe tragen, aber stets sind dieselben paarig und vertheilen sich symmetrisch auf die rechte und linke Hälfte des Räderorgans. — ZELINKA hat den Versuch gemacht, diese Schwierigkeit wenigstens für eine Abtheilung der Räderthiere aus dem Wege zu räumen. Er bemüht sich, es als sehr wahrscheinlich hinzustellen, dass die Sinnesorgane (Tastborsten, Augenflecke), welche an der Spitze des Rüssels der Philodiniden gelegen sind, der Scheitelplatte der Trochophora homolog sind. Zu dem Zwecke nimmt er an, dass jener Rüssel ursprünglich innerhalb der Wimperkränze, also auf der Wimperscheibe, entstand, dann später dorsalwärts wanderte, den Wimperring durchbrach und so schließlich seine jetzige Lagerung auf dem Rücken des Thieres erhielt. Die Möglichkeit eines solchen Vorganges wird Jeder zugeben; dass aber irgend welche Thatsachen zur Zeit bekannt wären, welche denselben wahrscheinlich machten, muss ich bestreiten. Die von ZELINKA als Hauptbeweismittel herangezogene Rhinops vitrea scheint mir ganz anders zu deuten zu sein, als es von jenem Forscher geschieht. Da bei diesem Räderthiere die ganze ventrale (innere) Fläche des Rüssels dicht mit Cilien besetzt ist und sich außerdem der äußere Wimperkranz jederseits bis zur Spitze dieses Organs heraufzieht, so ist der Rüssel nur als eine zungenförmige Verlängerung des Randes der Wimperscheibe anzusehen. Es ist wenigstens nicht einzusehen, wesshalb die Wimperkränze, die doch — wie viele Gattungen zeigen — schon an sich das Bestreben haben, in der dorsalen und ventralen Medianlinie eine Unterbrechung zu bilden, sich auf ein Organ ausgedehnt haben sollen, welches sich erst sekundär zwischen sie schob. Die Augenflecke haben bei den Rotatorien eine sehr wechselnde Lage; meist sitzen sie dem Gehirn direkt an, da die Haut so durchsichtig ist, dass das Licht dieselbe zu durchdringen vermag. Bei Philodina hingegen nehmen sie die Spitze des Rüssels ein, während sich die so nahverwandte Gattung Rotifer wie die Mehrzahl der Formen verhält. Bei den Asplanchnen endlich findet man Augenflecke im Bereiche des Cilienkranzes. Bei keiner Art liegen sie hingegen im Centrum der Wimperscheibe, so dass es mir auch aus diesem Grunde natürlicher erscheint, den bei Rhinops an der Spitze des Rüssels gelegenen Augen eine ursprüngliche Lage am Rande, als in der Mitte des Cilienfeldes zuzuschreiben. Andere Sinnesorgane sind von der Rüsselspitze des Rhinops nicht bekannt, obwohl man doch, wäre sie in der That das Homologon der Scheitelplatte und Vorläuferin des mit Tastbüscheln versehenen Philodinidenrüssels, dergleichen hier erwarten sollte. — Die einzige Gattung, welche in dieser Frage noch herangezogen zu werden verdient, ist Adineta. Ich habe den Bau ihres Rüssels gerade mit Rücksicht auf diese Erörterung oben ausführlich geschildert, doch weist nichts darauf hin, dass wir es hier mit einem aus der Mitte der Wimperscheibe verrückten Organ zu thun haben. Dagegen erinnert es so sehr an die hakenförmig gebogene Platte, welche bei Stephanops, Colurus, Metopidia und Monura den Vorderrand des Kopfes überragt, dass ich mir den Rüssel der Philodiniden aus der Umbildung eines derartigen Stirnfortsatzes entstanden denke. Der einzige Unterschied zwischen dem kleinen Rüssel der Adineta und dem Stirnhaken eines Colurus besteht in den Tastbüscheln, welche jener zukommen und diesem fehlen. — Ich glaube im Vorhergehenden die Schwierigkeiten, welche der Zurückführung des Gehirns der Räderthiere auf die Scheitelplatte resp. das Kopfganglion der Trochophoralarven entgegenstehen, aus einander gesetzt zu haben. Hinzu gesellt sich noch eine andere Thatsache, deren Bedeutung sich zur Zeit schwer übersehen lässt. Kleinenberg hat zuerst für die Larve des Lopadorhynchus einen Nervenring nachgewiesen, welcher unter dem Prototroch liegt und das eigentliche nervöse Centralorgan der Larve darstellt, so lange diese noch keine Spuren irgend welcher metameren Anlagen zeigt. Diese überaus wichtige Beobachtung ist durch **Hatschek** für Polygordius und Eupomatus bestätigt worden. Es scheint demnach als ob dem Prototroch-Nervenringe eine allgemeine Verbreitung unter den Annelidenlarven zukommt, da er bei drei relativ fernstehenden Vertretern derselben sich gefunden hat, ein Schluss, auf den auch die große Bedeutung, welche dem Ringnerv als Centralorgan für die ersten Stadien der Trochophora zukommt, hinweist. Demgemäß sollte man erwarten, dass dieser Nervenring auch unter dem Räderorgan der Rotatorien sich wiederfinden würde. Bis jetzt liegen keine Angaben in dieser Richtung vor, und eine erneute Untersuchung des Wimperapparates von Rotifer, Callidina und Asplanchna helvetica (von der mir freilich nur Alkoholmaterial zur Verfügung stand, bei dem das meist eingestülpte Vorderende wenig zu feineren Beobachtungen geeignet war) hat nur zu negativen Resultaten geführt. Ich glaube daher nicht, dass die Räderthiere einen medusoiden Prototrochnerv besitzen, und sehe in diesem Verhalten ein schwerwiegendes Zeugnis gegen die Trochophoratheorie, da gerade das Nervensystem der Thiere mehr als irgend ein anderes Organsystem geeignet ist, als Prüfstein für die Berechtigung phylogenetischer Spekulationen zu dienen.

---

[1] Salensky, Études sur le développement des Annélides. Archives de Biologie. VI. 1887. p. 636.

Derartige Erwägungen sind wohl dazu angethan einer einseitigen Überschätzung der Trochophoratheorie vorzubeugen. Wie **Zelinka** in seiner Discopus-Abhandlung näher ausgeführt hat, sind die Meinungen auch darüber getheilt, welcher Abschnitt des Körpers der Trochophoralarven als Rumpf und welcher als Kopf anzusehen ist. So wichtig diese Frage für das Verständnis der Entwicklungsgeschichte der Anneliden selbst ist, so überflüssig scheint sie mir zu sein, wenn es sich darum handelt, eine Trochophoralarve und ein Rotator zu homologisiren. Obwohl **Kleinenberg** nachgewiesen hat, dass der ganze hinter dem Prototroch gelegene Theil der Lopadorhynchuslarve in den Rumpf des Annelids übergeht, darf man daraus nicht folgern, dass nur die Umbrella der Larve mit der Wimperscheibe des Räderthieres homolog ist, die hinter den Wimperkränzen gelegenen Abschnitte dagegen nicht gleichwerthig sind. Die Subumbrella der Larve entspricht dem eigentlichen Körper des Räderthieres, und mit dem Momente, wo sich in derselben metamere Organe anlegen, verlässt die Larve das Trochophorastadium und überschreitet damit den in den Rotatorien dauernd fixirten Zustand.

Da die Grundidee der Trochophoratheorie darin besteht, Larven verschiedener Thierklassen mit den Räderthieren zu vergleichen, so halte ich es auch für verfehlt, nach Homologien zwischen den ausgebildeten Individuen der hier in Betracht kommenden Thierabtheilungen und den Rotatorien zu suchen. Namentlich Eugen v. Daday leistet in diesem Punkte in seiner Schrift über die Hexarthra polyptera[1] geradezu Haarsträubendes. Er homologisirt schlankweg den in Tentakeln ausgezogenen Räderapparat von Stephanoceros Eichhorni und Floscularia mit den Armen der Bryozoen, die beiden fühlerartigen Lateraltaster der Lacinularia mit dem ersten Antennenpaar der Cladoceren. Der bulbusartige Schlund der Hexarthra soll »sehr lebhaft an den Schlund der Redien- und Cercarienlarven, so wie auch an den der Nematoden, Nematorhynchen und Tardigraden« erinnern. Der Kauapparat der Rotatorien, der doch ohne Zweifel als eine ganz specielle Anpassung und Neuerwerbung dieser Thierklasse anzusehen ist, wird gleichzeitig für homolog erklärt mit den Kauorganen des Magens der Decapoden, mit den Cuticularbildungen im Vorderdarm der Nematoden und Tardigraden und endlich noch mit den Kiefern der Cladoceren. Die gedrückte Körperform und der aus zwei Schalen bestehende Panzer der Euchlaniden — nebenbei bemerkt liegen diese Schalen auf der Dorsal- und Ventralseite — sollen »die Ostracoden vorstellen«. Aus der Anwesenheit von quergestreifter Muskulatur bei den Rotatorien wird auf eine Verwandtschaft derselben mit den Arthropoden geschlossen, obwohl doch innerhalb der verschiedensten Gruppen des Thierreiches sich die glatte Muskelfaser zu einer quergestreiften fortentwickelt hat. Endlich sucht uns Daday noch davon zu überzeugen, dass sich von der Muskulatur der Räderthiere auch der Hautmuskelschlauch der »Holothurioideen« ableiten lässt. »Denken wir die Ringmuskeln einer Philodina oder eines Rotifer so sehr ausgebreitet und den das Räderorgan retrahirenden Muskel so sehr verlängert, dass sich die ersteren mit ihren Rändern berühren sollen, letztere hingegen bis zur Afteröffnung oder bis zum Ende des Fußes sich erstrecken, so haben wir den Hautmuskelschlauch einer Synapta vor uns.« Entweder will Daday, wenn er behauptet, dass ein Organ an ein anderes »erinnere«, dasselbe »vorstelle« oder sich von ihm »ableiten« lasse, nur eine gewisse morphologische und physiologische Ähnlichkeit, die zwischen beiden existirt, hervorheben und dann gehören solche Erörterungen nicht in ein Kapitel über »die phylogenetische Bedeutung der Hexarthra und der Rotatorien im Allgemeinen«, oder er hält sie in der That für homolog, nimmt also an, dass das eine Organ sich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung in das andere verwandelt hat, und in diesem Falle verstößt er gegen denjenigen Grundsatz, der als oberstes Gesetz alle phylogenetischen Spekulationen beherrscht und lautet: Homologien sind zwischen den Organen verschiedener Thiere nur dann zu folgern, wenn 1) die betreffenden Organe sich in gleicher oder ähnlicher Weise entwickeln und 2) die in Vergleich gebrachten Thierformen auch in ihrer Gesammtorganisation wesentliche Übereinstimmungen erkennen lassen; bestehen die letzteren nicht, so ist die Ähnlichkeit als Konvergenzerscheinung aufzufassen. Um das Gesagte auf einen speciellen Fall zu übertragen, so darf man nicht, wie Daday es thut, behaupten: »der Fuß der Tubicular-Rotatorien gleicht« (d. h. ist homolog) »unzweifelhaft den Tubicolar-Annulaten«, denn eine Serpula und eine Melicerta sind so grundverschieden gebaute Organismen, dass die äußerliche Ähnlichkeit zwischen den hinteren Körperenden beider nicht auf Homologie, sondern auf Anpassung an ähnliche Lebensbedingungen und -Gewohnheiten, in diesem Falle an das Bewohnen einer Röhre, zurückzuführen ist. Dasselbe gilt für die ganze Blüthenlese angeblicher Verwandtschaftsbeziehungen der Rotatorien, die ich oben aus der Daday'schen Abhandlung zusammengestellt habe.

---

[1] E. v. Daday, Morphologisch-physiologische Beiträge zur Kenntnis der Hexarthra polyptera Schm. Budapest 1886.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die verwandtschaftlichen Beziehungen der Rotatorien auch auf die Arthropoden auszudehnen. Leydig[1] bezeichnete sie vor nunmehr 35 Jahren geradezu als »Wimperkrebse«. Zum Beweise dieser Ansicht betonte er die panzerartige Beschaffenheit der Cuticula mancher Räderthiere, das Vorkommen quergestreifter Muskulatur bei denselben, den Mangel eines Bauchmarks, die Existenz von hart- und weichschaligen Eiern, den Geschlechtsdimorphismus und noch einige andere Punkte. Die Wissenschaft ist in den $3^1/_2$ Jahrzehnten so weit fortgeschritten, dass keins der angeführten Argumente gegenwärtig auch nur annähernd von ausschlaggebender Bedeutung zu sein vermag, da die herangezogenen Verhältnisse in ihrer gleichmäßigen Verbreitung bei ausgesprochenen Würmern wie Arthropoden erkannt worden sind. Ein Vergleich zwischen Räderthieren und Gliederfüßlern ist daher aufs Neue erwünscht und dieser lehrt, dass die ersteren mehrere Eigenthümlichkeiten aufweisen, welche sich nur bei Würmern, aber bei keinem Arthropod wiederfinden. Hierher sind zu zählen: 1) der für die ganze Gruppe so äußerst charakteristische Cilienapparat des Kopfes; 2) die durchgehende Flimmerung des Tractus intestinalis; 3) der in so hohem Maße an die Platoden erinnernde Bau der Exkretionskanäle; 4) der vollständige Mangel einer echten Segmentirung; 5) das Fehlen von Häutungsvorgängen (periodisches Abwerfen der Cuticula); 6) die Abwesenheit wahrer Extremitäten, d. h. ventral gelegener und paariger Ausstülpungen der Körperhaut. Der letztere Punkt bedarf noch einer näheren Ausführung. Diejenigen Forscher, welche neuerdings auf anatomischer Grundlage die Verwandtschaft der Rotatorien zu den Arthropoden, speciell zu den Entomostraken verfochten haben, nämlich v. DADAY und HUDSON-GOSSE, stützen ihre Ansicht durch den Hinweis auf die langen, mit großen Endborsten besetzten, beweglichen Anhänge, welche sich bei zwei hochinteressanten Räderthieren, bei Hexarthra polyptera Schmarda und Pedalion mirum Hudson in Sechszahl vorfinden. — Zunächst ist hier zu erörtern, ob die beiden genannten Formen nicht vielleicht synonym sind. In der That nehmen DADAY und DEBY[1] an, das von SCHMARDA zuerst in Ägypten entdeckte Thier sei identisch mit dem später in England und Ungarn beobachteten. Hiergegen hat schon HUDSON mit Recht bemerkt, dass wenn SCHMARDA's Beschreibung und Abbildungen wirklich solche groben Fehler enthielten, wie dies von DEBY angenommen wird, dann dieselben überhaupt völlig werthlos wären. Wer SCHMARDA's Schilderung liest und dabei sieht, wie der Entdecker sorgfältig an den ihm in großer Menge zur Verfügung stehenden Individuen die Zahl und Beschaffenheit der Borsten an den Spitzen der Gliedmaßen festgestellt hat, wie er erwähnt, dass die beiden vorderen Extremitätenpaare an ihrer Basis mit kleinen Zähnen besetzt sind und wie auch die Zahl der Zähne in den Kauplatten seiner Beobachtung nicht entgangen ist, der kann ganz unmöglich eine Synonymität der beiden in Rede stehenden Thiere vertheidigen; dazu ist der Unterschied zwischen denselben denn doch zu groß. Pedalion läuft am hinteren Körperpole in zwei sehr deutliche Fußzinken aus, bei Hexarthra fehlen diese; bei Pedalion liegt je ein großes Ruder vorn in der Mitte des Rückens und der Bauchfläche, die zwei anderen Paare sitzen seitlich dem Körper an, alle sechs umstellen daher in Ringform den Hals des Thieres; bei Hexarthra hingegen finden wir drei Paar Extremitäten auf der Ventralseite hinter einander wie bei einem Nauplius; endlich differirt auch die Zahl der Borsten an der Spitze der Gliedmaßen bei beiden Thieren, kurz die Annahme erscheint mir unabweisbar, dass Pedalion mirum und Hexarthra polyptera zwei verschiedene Organismen darstellen. — Um nun auf unsere eigentliche Frage zurückzukommen, welche Stellung diese beiden Räderthiere zu den Gliederfüßlern einnehmen, so scheint mir die Antwort für jede Gattung besonders ausfallen zu müssen. Die Anhänge des Pedalion können eben so wenig wie diejenigen der Polyarthra platyptera und der Triarthra-Arten den Extremitäten der Arthropoden direkt homolog gesetzt werden, weil sie 1) sich nicht auf die Ventralfläche beschränken und 2) theilweise unpaar auftreten. Alle Extremitäten der Gliederfüßler gehören — so weit sie nicht Antennen sind, und eine Homologisirung mit diesen ist wegen der Lage jener Anhänge hinter dem Kopfe ausgeschlossen — der Bauchseite des Thieres an und treten paarig hinter einander auf. Man kann jene Bildungen der Räderthiere daher eben so wenig wie die dorsalen Parapodien der Anneliden mit den Gliedmaßen der Arthropoden vergleichen. — Anders freilich liegt die Sache bei der Hexarthra polyptera, die leider neuerdings nicht wieder in den Gesichtskreis eines Zoologen gekommen ist. Diese Art genügt in der That allen Anforderungen, die man hinsichtlich der Extremitäten an ein Arthropod stellen kann: sie sind paarig und stehen hinter einander auf der Bauchseite. Man kann sich daher auch nicht der Folgerung entziehen, dass durch die Hexarthra polyptera eine neue Perspektive auf die so dunkle Herkunft der Entomostraken eröffnet wird, in so fern auch diese mit in den Kreis derjenigen Evertebraten gezogen werden, die sich vermuthungsweise von der Trochophora-Urform ableiten lassen. Daday scheint die Ansicht zu hegen, dass die Hexarthra polyptera nicht bloß von Bedeutung für die Phylogenie der Crustaceen ist, sondern dass dieselbe auch als Übergangsform zu den höheren tracheaten Arthropoden angesehen werden darf; in seinem schematischen Stammbaum lässt er nämlich die Naupliuslarve und die »Arachnoidea Tardigrada« als zwei getrennte Zweige der Gliederfüßler in der Hexarthra wurzeln. In so fern hierdurch ausgesprochen sein soll — was übrigens nicht besonders bemerkt wird —, dass die Bärthierchen die niedrigsten luftbewohnenden Gliederfüßler sind, gebe ich ihm vollständig Recht und habe ich den Beweis hierfür erst kürzlich ausführlich zu erbringen gesucht[1]. Erst nach Veröffentlichung meiner Tardigradenabhandlung habe ich in Erfahrung gebracht, dass schon vor mir Bütschli[2] zu einer ganz ähnlichen Auffassung der systematischen Stellung der Bärthierchen gelangt ist; auch er sieht in ihnen sehr ursprüngliche Organismen, deren Zureihung zu den Arachnoideen er für ganz verfehlt hält. Zwischen der Ansicht Bütschli's und der meinigen besteht jedoch der Unterschied, dass nach jener die Tardigraden ganz allgemein »die niedersten Arthropoden sind«, welche »dem einfachsten uns durch die Entwicklungsgeschichte bekannt gewordenen Arthropodenzustand, der Naupliusform, am nächsten stehen«, während ich für die Crustaceen und die Tracheaten zwei vollständig gesonderte Entwicklungsbahnen annehme und in den Bärthierchen nur die niedrigsten Vertreter der letzteren erblicke. Onychophoren und Tardigraden »dürfen beide als gesonderte Gruppen einer höheren Abtheilung, der Protracheata, angesehen werden, welche den Übergang von den Ringelwürmern zu den luftathmenden Gliederfüßlern vermitteln. In dieser Abtheilung haben die Bärthierchen die erste, die höher organisirten Onychophoren die zweite Stelle einzunehmen«. Dass die Tardigraden als Vorläufer der Tracheaten anzusehen sind, dagegen keine Beziehungen zur Phylogenie der Krebsthiere besitzen, folgt 1) aus dem Charakter ihrer Extremitäten, 2) aus dem Besitze von echten Malpighi'schen Exkretionsorganen und 3) aus der Anwesenheit einer ventralen Ganglienkette. Für die naupliusartige Stammform der Entomostraken ist der gegliederte Spaltfuß der beiden hinteren Extremitäten in so hohem Maße charakteristisch, dass sich der ungegliederte Stummelfuß der Tardigraden auf denselben nicht zurückführen lässt; auch physiologisch differiren beide erheblich. Jener ist ein Schwimm-, dieser ein Gehfuß, der vermuthlich aus einem ventralen Parapodium eines Annelids entstanden ist. Malpighi'sche Gefäße fehlen allen Crustaceen und ihr Vorhandensein würde allein genügen, um die Bärthierchen aus dem Kreise der Crustaceen auszuschließen; das Vorkommen analoger schlauchförmiger Exkretionsorgane bei Amphipoden und Brachyuren kann hierbei nicht in Betracht kommen, da diese Gebilde durch ihr isolirtes Auftreten bei hoch organisirten Formen sich zur Genüge als sekundäre Neuerwerbungen dokumentiren. Endlich bezeugt der ganz verschiedene Bau des Nervensystems eines Nauplius und eines Macrobiotus, dass zwischen beiden keinerlei direkte Verwandtschaftsbeziehungen existiren können. Aus dem Gesagten folgt weiter, dass meiner Ansicht nach auch Daday auf falscher Fährte sich befindet, wenn er die Vorfahren der Tardigraden in der Nähe der Hexarthra sucht. Ein diese Verhältnisse illustrirendes Schema könnte nur ungefähr in folgender Weise ausfallen:

---

[1] F. Leydig, Über den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Diese Zeitschr. Bd. VI. 1855.

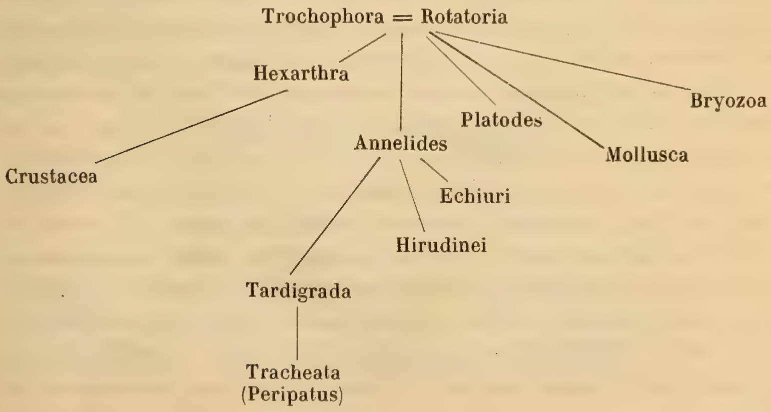
---

[1] J. DEBY, Is not the rotiferous genus Pedalion of HUDSON synonymous with Hexarthra of SCHMARDA. Journ. Roy. Micr. Soc. 1879. p. 384.

---

[1] L. Plate, Tardigraden. l. c. p. 544.

[2] O. Bütschli, Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung Chaetonotus. Diese Zeitschr. Bd. XXVI. 1876.



Zum Schlusse noch einige Bemerkungen zu anderen Versuchen, den LEYDIG'schen Gedanken wieder lebenskräftig zu gestalten. TESSIN will gefunden haben, dass die Mesodermzellen der Räderthiere am vorderen Körperende liegen, während sie doch bei allen höheren Würmern nach hinten verlagert sind. Er schließt hieraus auf eine Verwandtschaft mit den Crustaceen, da bei Astacus sich in gleicher Weise die Mesodermzellen am Vorderrande des Prostoma vom Entoderm abschnüren. ZELINKA hat schon ganz treffend dem gegenüber aus einander gesetzt, wie sehr die von TESSIN als Mesoderm gedeuteten Zellen noch der Aufklärung bedürfen, da sie sich gegen alle Regel vom Ektoderm ablösen. Aber selbst angenommen, dass der zwar geschickte, aber doch sehr bedenkliche Versuch, den Ursprung des Mesoderms mit Hilfe einer »zeitlichen Verschiebung« auf das Entoderm zurückzuführen, richtig wäre und jene Zellen demnach das Mesoderm darstellten, so scheint mir ihre Lage keinen genügenden Grund darzubieten, die Verwandtschaft der Räderthiere mit den Anneliden zu bestreiten. Die betreffenden Zellen liegen an der Übergangsstelle von Ektoderm und Entoderm, am Blastoporus, dort wo sie auch bei den Anneliden zu finden sind. Ob sie vom Vorderrande des Prostoma oder vom Seiten- und Hinterrande desselben sich ablösen, scheint mir nur von untergeordneter Bedeutung zu sein, und dass sie bei den Larven des Polygordius und Eupomatus an das hintere Körperende verlagert werden, hat nur darin seinen Grund, dass in Folge der starken Entwicklung der Umbrella die Mundöffnung Anfangs relativ weit nach hinten zu liegen kommt und erst später bei stärkerer Entwicklung der Subumbrella scheinbar nach vorn wandert. Zweitens sieht TESSIN in dem Fuß der Räderthiere ein dem Postabdomen der Krebse homologes Gebilde, weil er nachweisen konnte, dass das Entoderm ursprünglich weit in den Fuß hereinreicht und erst im Laufe der Ontogenie aus demselben herausgezogen wird. Hiergegen spricht zunächst, dass bei der großen Mehrzahl der Copepoden und Cladoceren der Enddarm an der Spitze des Postabdomens selbst, häufig allerdings etwas auf die Rückenseite verschoben ausmündet und nur in wenigen Fällen der After vor dem Postabdomen liegt. Entspräche also der Fuß der Räderthiere dem Postabdomen der Krebse, so wäre es unverständlich, wesshalb bei jenen die Afteröffnung weit vor dem hinteren Körperende, bei diesen hingegen, die doch als höher organisirte Formen von jenen abstammen müssten, terminal gelagert ist. Außerdem finden wir bei keinem Entomostrak am Postabdomen ein der Klebdrüse der Räderthiere entsprechendes Gebilde, obwohl dasselbe doch so gut wie keinem Rotator fehlt. Ich halte überhaupt die in Zwei- bis Vierzahl auftretenden Griffel oder lanzettförmigen Anhänge am hinteren Körperende der

Räderthiere als eine erst innerhalb der Klasse vollzogene Neuerwerbung, weil eine Anzahl von Gattungen, die in dem Besitz eines doppelzeiligen Räderapparates ein primitives Verhalten bekunden: gewisse Callidina-Arten, Discopus, Pterodina, Lacinularia, Melicerta, Limnias, Oecistes, die sog. »Zehen« nicht besitzen, während nahverwandte Genera mit ebenfalls der ursprünglichen Anordnung der Cilienkränze (Rotifer, Philodina) nicht zwei, sondern drei oder vier derselben besitzen. Bei Callidina parasitica konnte ich sogar Ausführkanäle der Klebdrüsen in die zwei »Sporen« verfolgen, jene Anhänge, welche etwas vor dem hinteren Körperpole dem Fuße ansitzen und bei anderen Philodiniden blind geschlossen sind; es scheinen daher auch diese Gebilde ursprünglich Zehen gewesen zu zein. Bei Callidina symbiotica treffen wir zehn Zehen an, die wegen ihrer geringen Größe und der großen Ähnlichkeit im Baue der Klebdrüsen auf die Fußplatte der Call. magna als Ausgangsform hinweisen. Meines Erachtens haben wir in einer solchen von zahlreichen Drüsenkanälen durchbrochenen Saugscheibe, wie sie jetzt noch bei Discopus und Call. magna vorliegt, das ursprüngliche Verhalten zu sehen; die Verlängerung der Austrittsöffnungen zu kleinen Röhren und die damit Hand in Hand gehende Beschränkung ihrer Zahl führte zu dem bei Call. symbiotica fixirten Verhalten, aus dem durch noch weiter schreitende Reduktion in der Zahl bei gleichzeitiger stärkerer Ausbildung die sechs (Call. parasitica) resp. vier, drei, zwei Zehen der übrigen Rotatorien entstanden. Diese Gebilde stellen daher ganz specielle Anpassungen an und für den Haftapparat der Fußdrüsen dar und können nicht mit der Furca der Copepoden oder entsprechenden Anhängen der Cladoceren homologisirt werden, wie dies durch Leydig, Bütschli, Daday und Tessin geschieht.

Marburg, im Mai 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Es bedeutet in allen Zeichnungen:

r, Räderapparat;
o, Mundöffnung;
oe, Ösophagus;
k, Kauapparat;
sal, Speicheldrüsen;
p, Magendrüsen;
st, Magen, Mitteldarm;
r, Enddarm;
kl, Kloake;
w, Wassergefäß;
wi, Wimperflamme;
ce, Gehirn;
c, Cuticula der Haut;
n, Nerv;
do, Dotterstock;
ke, Keimstock;
f, Fußdrüse;
cV, kontraktile Blase;
t, Tastborsten;
m, Muskel;
*, beliebige Vergrößerung.

Fig. 1. Asplanchna Girodi de Guerne. Gebiss. 450/1.

Fig. 2*. Rotifer vulgaris Ehr. Seitenansicht der Kloake.

Fig. 3*. Rotifer vulgaris Ehr. Einmündung der Wassergefäße in die Kloake. Ventralansicht.

Fig. 4*. Callidina magna n. sp. Fußdrüsen.

Fig. 5. Callidina magna n. sp. Ventralseite. Endigung von Ringmuskel *VI* und *VII*. 460/1.

Fig. 6. Callidina magna n. sp. Ventralansicht eines im Wasser abgestorbenen Thieres. 460/1.

Fig. 7. Callidina magna n. sp. Muskeln des Rückens. 140/1.

Fig. 8. Callidina magna n. sp. Muskeln der Bauchseite. 140/1.

Fig. 9*. Callidina magna n. sp. Rüssel, halb ausgestülpt.

Fig. 10*. Callidina magna n. sp. Dorsaler Taster.

Fig. 11. Callidina magna n. sp. Kauplatten. 690/1.

Fig. 12. Callidina magna n. sp. Schlundkopf. Ventralansicht. 305/1.

Fig. 13. Adineta vaga Dav. Dorsalansicht des Kopfes. 690/1.

Fig. 14. Adineta vaga Dav. Seitenansicht des Kopfes. 690/1.

Die Hornzähne der Batrachierlarven.

Von

Ernst Gutzeit, Königsberg i. Pr.

Mit Tafel II und III.

Durch eine nur ihnen zukommende und den ausgebildeten Thieren fehlende, eigenthümliche Bewaffnung des Mundes erinnern die Larven der Batrachier bekanntlich an die Familie der Petromyzonten.

Wie bei diesen finden wir dort eine äußere Mundscheibe, die im Umkreise mit Papillen besetzt ist. Der Zugang zu der eigentlichen Mundhöhle, in der Mitte der Mundscheibe gelegen, wird von zwei mandibelartigen Stücken verschlossen, die bei den Batrachierlarven Bekleidungen der knorpeligen Kiefer darstellen und dem Schnabel eines Cephalopoden ähnlich sind (Bambeke). Zwischen diesen Mandibeln und dem äußeren Papillenrande finden wir bei den Petromyzonten größere und kleinere Hornplatten, bei den Batrachierlarven lippenartige Duplikaturen der Haut mit feinen schwarzen Anhängen besetzt. Ist der Bau beider Bildungen auch ein durchaus verschiedener, so gleichen sie sich doch darin, dass sie bei den Petromyzonten, wie bei den Batrachierlarven aus der Epidermis hervorgehen.

Diese provisorische Bewaffnung des Mundes der letzteren hat schon früh die Aufmerksamkeit der Forscher erregt. Bereits im Jahre 1737 bildet Swammerdam[1] dieselbe ab und unterzieht sie einer Beschreibung.

Viele Jahre später beschäftigten sich Antoine Dugès[2] und Martin Saint-Ange[3] mit den hornigen Anhängen der Kiefer und der Lippen.

---

[1] Swammerdam, Biblia naturae. T. II. p. 821. Tab. XLIX.

[2] Ant. Dugès, Recherches sur l'ostéologie et la myologie des batraciens à leurs différents âges.

[3] Martin Saint-Ange, Recherches anatomiques et physiologiques sur les organes transitoires et la metamorphose des Batraciens. Annales des sciences naturelles. I. série. t. XXIV. 1831.

Allein von dem interessanten Bau derselben hat erst Carl Vogt[1] in seinen Untersuchungen über die Entwicklung der Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans Laur.) eine gute Vorstellung gegeben. Nach ihm hat dann Ch. van Bambeke[2] eine ausführliche Untersuchung über den Bau des Mundes von vier Batrachierlarven (Rana esculenta, R. temporaria, Pelobates fuscus und Bufo vulgaris) geliefert und den histiologischen Bau der Papillen, der Hautduplikaturen (»des lames pectinées«), ihrer hornigen Anhänge (»des crochets cornés«) und des Hornschnabels (»du bec corné«) geschildert und theilweise abgebildet.

Den genaueren Bau der Hornzähnchen und des Hornschnabels studirten dann Kölliker[3] und Franz Eilhardt Schulze[4]. Der erstere Forscher erklärte nur die beiden Mandibeln für eine durch Verhornung entstandene Bildung, die Anhänge der Lippen aber als cuticulare Bildungen, während der letztere sowohl Mandibeln als Hornzähnchen aus verhornenden resp. verhornten Zellen hervorgehen lässt. — Gegen die letztere Ansicht bezeichnete Frahz Leydig[5] in seiner großen Arbeit über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien die in Rede stehenden Organe als ein ausgesprochenes Beispiel von Cuticularbildung. Dasselbe thut Semper[6].

In seiner letzten Arbeit über das Epithel der Lippen, der Mund-, Rachen- und Kiemenhöhle erwachsener Larven von Pelobates fuscus kommt Fr. E. Schulze[7] noch einmal auf die oben genannten Organe zurück und schildert den genauen Bau und das Wachsthum beider, denen zufolge er seine obige Auffassung über Bildung durch Verhornung aufrecht erhält.

Über die durch den Mund gebildeten Kennzeichen, die dazu dienen können die Batrachierlarven nach Familie, Gattung und Art zu unterscheiden verbreiten sich schließlich die Arbeiten von **Heron-Royer** und **Ch. van Bambeke**[1] und von **Mary H. Hinckley**[2].

---

[1] C. Vogt, Unters. über die Entwicklungsgesch. der Geburtshelferkröte. 1842.

[2] Ch. van Bambeke, Recherches sur la structure de la bouche chez les têtards des Batraciens anoures. Des Bulletins de l'Academie royale de Belgique. 2m série. tome XVI. Bruxelles. 2 Tabl.

[3] Kölliker, Würzb. Verh. 1857. Bd. VIII. Taf. III, Fig. 32.

[4] F. E. Schulze, Über die cuticulare Bildung und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren. Archiv für mikr. Anatomie von M. Schultze. Bd. V. 1869. Taf. XVII. Fig. 11—13.

[5] Franz Leydig, Über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. Archiv für mikr. Anat. von la Valette St. George u. W. Waldeyer. Bd. XII. 1876. p. 129, 130.

[6] Semper, Diese Zeitschr. Bd. IX. p. 281.

[7] F. E. Schulze, Über die inneren Kiemen der Batrachierlarven. I. Mittheilung. Über das Epithel der Lippen, der Mund-, Rachen- und Kiemenhöhle erwachsener Larven von Pelobates fuscus. Aus den Abhandl. der königl. preuß. Akademie der Wissensch. vom Jahre 1888 mit 4 Tafeln. Berlin 1888.

Dass die in Rede stehenden Hornzähnchen, trotzdem eine Reihe hervorragender Forscher sich mit ihnen beschäftigt hat, auch in histiologischer Beziehung noch eine neue Bearbeitung vertragen, beweist am besten die Bemerkung, welche **Fr. E. Schulze** in seiner letzten Arbeit (10) p. 33 macht: »Die Stiftzähnchen ... sind von zahlreichen Forschern bei verschiedenen Batrachierlarven eingehend studirt, ohne dass jedoch die Beschreibungen und Deutungen völlig übereinstimmen.«

Ich hoffe nun, dass es mir gelingen wird, durch Mittheilung einiger histiologischer Détails die Übereinstimmung der verschiedenen Angaben genügend herzustellen. — Im Folgenden soll nun erstens die Anlage und Ausbildung der ganzen Mundpartie bei einigen Batrachierlarven verfolgt, dann eine genauere Schilderung der Zahnstifte in ihrem histiologischen Bau und schließlich eine Darstellung der Entwicklung der Zahnstifte und Mandibeln gegeben werden.

Bevor wir zum ersten Abschnitt übergehen, seien noch einige Worte über die Bezeichnungsweise der einzelnen Theile des Mundes gestattet:

Bambeke (5), der die Stellung der Kammplatten (lames pectinées) zuerst eingehend untersuchte, hat folgende künstliche Eintheilung gegeben: Er unterscheidet zunächst lèvres externes, d. h. die äußeren Ränder des segment supérieur und des segment inférieur des Mundes. Zwischen den lèvres externes und den Mandibeln sitzen die lèvres armées ou lames pectinées, oben palatines und unten linguales genannt. Beide sind entweder medianes oder laterales.

Die lèvre externe supérieure kann mit Zahnstiften versehen sein und heißt dann zum Unterschied von den Kammplatten labre pectiné. Gemäß der unten zu besprechenden Anlage kann man den ganzen Apparat in folgender Weise darstellen:

Die Mandibeln werden von einer Hautduplikatur umgeben, die besonders oben und unten entwickelt ist und so eine Ober- und Unterlippe bildet. Auf der Innenseite derselben sitzen weitere Hautfalten, die jene Zahnstifte (Hornzähnchen) zur Entwicklung bringen. So finden wir es z. B. bei den Larven von Alytes obstetricans. Während nun die

---

[1] **Heron-Royer** et **Ch. van Bambeke**, Sur les Caractères fournis par la bouche des Têtards des Batraciens Anoures d'Europe. Bulletin de la societé zoologique de France pour l'année 1881. Bd. VI.

[2] **Mary H. Hinckley**, On some differences in the mouth structure of Tadpoles of the anoures Batrachians found in Milton Mass. Proceedings of the Boston Soc. of Natural History. Vol. XXI. 1880—1882. Boston 1883.

Oberlippe immer kürzer wird, und ihre Kammplatten in den Winkel zwischen ihr und der Mandibel zu liegen kommen, wird die Unterlippe größer und trägt ihre Kammplatten selbst [vgl. Schulze (10) Taf. I, Fig. 5]. Ferner verschwindet der obere freie, mit Papillen besetzte Rand der Oberlippe und die obere Mittelplatte wird frei. Man kann dies Verhältnis stufenweise verfolgen. Während bei Alytes der Papillenkranz ununterbrochen verläuft, finden wir bei Pelobates schon eine Lücke (Taf. II, Fig. 16), die dann größer wird (Hyla arborea, Taf. II, Fig. 13), bis bei Rana temporaria nur die seitlichen Papillenränder noch etwas die obere Mittelplatte umgreifen (Taf. II, Fig. 7). Wir wollen nun nach der Bezeichnungsweise von Fr. E. Schulze die Kammplatten der Oberlippe als obere, die der Unterlippe als untere bezeichnen und von Mittel- und Seitenplatten, je nach ihrer Stellung zur Mediane, von vorderen, mittleren und hinteren Platten, je nachdem sie näher der Mandibel oder dem äußeren Rande liegen, reden.

I. Ausbildung des Mundes.

In der Hauptsache erfolgt die Ausbildung des Mundes mit seinen Mandibeln, Kammplatten und Papillen in derselben Weise bei den verschiedenen Batrachierlarven: In der entstehenden Mundöffnung erscheinen die Mandibeln (cf. die Entwicklung derselben p. 63). Im Umkreise dieser erhebt sich dann die Epidermis wallartig, der so entstandene Ring theilt sich in ein oberes und unteres Segment und bildet so die Anlage der Ober- und Unterlippe. Auf derselben auftretende Furchen grenzen weiterhin die einzelnen Kammplatten und Papillen ab. Wir wollen das näher bei drei Batrachierlarven verfolgen:

1) Rana temporaria.

Taf. II, Fig. 7 stellt das Maul einer 23 mm langen Larve dar, deren Hinterbeine bereits eine Länge von 4 mm erreicht haben. Wir zählen auf der Oberlippe eine Mittel- und jederseits drei Seitenplatten, auf der Unterlippe zwei Seiten- und drei Mittelplatten. Wir haben daher nach den Untersuchungen von C. Born[1] Rana fusca Rösel vor uns, da Rana arvalis Nilss. nur zwei untere Mittelplatten besitzt.

Jederseits finden wir zwei reich mit Papillen besetzte Ohren, der äußere Rand der Oberlippe ist ganz frei, der der Unterlippe von einer einreihigen resp. zweireihigen Papillenreihe eingefasst. Was die Anzahl der Zahnstifte betrifft, die in den 12 Kammplatten stecken, so beläuft sich ihre Zahl in dem gezeichneten Exemplar auf circa 640. Dieselbe vertheilt sich in folgender Weise:

---

[1] C. Born, Weitere Beiträge zur Bastardirung zwischen den einheimischen Anouren. Archiv für mikr. Anatomie von la Valette und Waldeyer. Bd. XXVII. 1886.

obere Mittelplatte		115		115
vordere obere Seitenplatten	35		35	70
mittlere obere Seitenplatten	25		25	50
hintere obere Seitenplatten	10		10	20
untere Seitenplatten	50		50	100
hintere untere Mittelplatte		105		105
mittlere untere Mittelplatte		105		105
vordere untere Mittelplatte		75		75
				640

Die Ausbildung des beschriebenen Organs geht nun in folgender Weise vor sich:

Bei Embryonen, deren Kiemen noch ganz kurz sind, finden wir ein bis zwei Tage nach dem Ausschlüpfen oberhalb der mächtig entwickelten, dicht an einander gerückten Haftorgane eine flache Grube. Dieselbe vertieft sich und wird viereckig, und zwar so, dass die eine Diagonale des Vierecks mit der Medianlinie zusammenfällt. Auf einem späteren Stadium, wenn die Mundöffnung durchgebrochen, erscheinen in den in der Medianlinie liegenden Winkeln des Vierecks die Mandibeln.

Dann erhebt sich rings um die Mundöffnung ein Ringwall, wie es in Taf. II, Fig. 1 von einer $2^1/_2$tägigen, 7,0 mm — davon 2,5 mm Rumpf — langen Larve angegeben. Dieser Ringwall zerfällt (Taf. II, Fig. 2) in einen oberen und einen unteren Bogen, die die Anlagen der Ober- und Unterlippe repräsentiren. Der untere Bogen hat sich bereits etwas verbreitert und zeigt eine Furche, die die beiden späteren Seitenplatten abtrennt. Bei einem Alter von $3^1/_2$ Tagen und einer Länge von 8 mm (3,0) — die äußeren Kiemen bilden lange Büschel — finden wir Folgendes (Fig. 3, Taf. II): Die beiden unteren Seitenplatten haben sich von einander getrennt und von der Unterlippe deutlich abgesetzt. Eine neu auftretende Furche beginnt auf der Unterlippe die später hintere Mittelplatte abzutrennen. An den seitlichen Enden der Unterlippe gliedert sich je eine Papille ab, dessgleichen zerfällt der untere Rand in Papillen. Die Seitenplatten der Oberlippe werden auch schon abgegliedert, sind aber durch den übergeschlagenen Rand der Oberlippe resp. der Mittelplatte verdeckt. Eine 4tägige, 9,5 (3,5) mm lange Larve, deren büschelige Kiemen von der Kiemenfalte schon etwas bedeckt werden, zeigt die unteren Seitenplatten, die hintere untere Mittelplatte und jederseits zwei Papillen abgesetzt (Taf. II, Fig. 4). Eine neue Furche beginnt die spätere mittlere untere Mittelplatte abzutrennen. Die Mandibeln zeigen hier zum ersten Male schwarze Säume in Folge der stärkeren Verhornung ihrer Zellen.

Bei einer circa 8tägigen Larve, deren Kiemenspalte sich zu schließen beginnt (Fig. 5, Taf. II), finden wir die beiden Mittelplatten der Unterlippe völlig ausgebildet. Der Rand der oberen Mittelplatte ist schwärzlich gefärbt, ein Zeichen, dass die Zähne zum Durchbruch reif sind.

Auf dem Stadium (10tägig; 10,5 mm lang), das Fig. 6, Taf. II, darstellt, sind in allen Kammplatten die Zähnchen durchgebrochen, die Papillen haben sich rundlicher abgesetzt und die Ausbildung der seitlichen Ohren beginnt. Die Kiemenspalte ist auf diesem Stadium bereits geschlossen.

Bei der weiteren Ausbildung flacht sich die obere Mittelplatte ab und es treten die oberen Seitenplatten hervor. Die oberen seitlichen Ohren erhalten mehrere Papillen und beginnen die obere Mittelplatte etwas zu umfassen. Die zu beiden Seiten der Unterlippe gelegenen Papillen verdoppeln sich, es werden auch langgestreckte Papillen gebildet. Auf einem Stadium, das circa 17 Tage zählt und 14 (5,5) mm Länge aufweist, ist die Konfiguration des Mundes, wie sie die großen Larven zeigen (Fig. 7), ziemlich erreicht. Es fehlen noch die hinteren Seitenplatten der Oberlippe; die der Unterlippe sind noch durch einen größeren Zwischenraum, der später geringer wird, getrennt, der Papillenbesatz ist noch nicht so reichlich entwickelt. Die vordere untere Mittelplatte, d. h. die dritte, ist dagegen schon als eine flache Leiste, die freilich noch keine Zähnchen trägt, angelegt. Demnach sind die zur Darstellung der Entwicklung des Mundes benutzten Larven auch solche von Rana fusca, da die von Rana arvalis, wie bereits bemerkt, nur zwei Mittelplatten auf der Unterlippe tragen.

2) Hyla arborea.

Die Larven von Hyla arborea haben, wie Heron-Royer et Bambeke (11) angeben, ein im Umriss vierseitiges Maul. Dasselbe wird eingefasst von einem Papillenkranz, der meist einreihig ist und das Mittelstück der Oberlippe frei lässt (Taf. II, Fig. 13). Wie ferner von den genannten Forschern beschrieben, zählt die Oberlippe eine große Mittelplatte und zwei schräg gestellte, längere Seitenplatten. Die Unterlippe hat zwei Seiten- und zwei Mittelplatten. Die vier Seitenplatten bilden übrigens, wie mir auffiel, in ihrer Stellung zusammen die Seiten eines Rhombus, woran die Larven namentlich dann zu erkennen sind, wenn sie sich an die Glaswand des Aquariums geheftet haben. An dem gezeichneten Exemplar zählte ich 560 Hornzähnchen. Ihre Vertheilung ist folgende:

obere Mittelplatte		150		150
obere Seitenplatten	45		45	90
untere Seitenplatten	60		60	120
untere hintere Mittelplatte		140		140
untere vordere Mittelplatte		60		60
				560

Die Entwicklung des Mundes bei den kleinen gelben Larven des Laubfrosches beginnt später als bei Rana temporaria. Während dort der Ringwulst schon nach $2^1/_2$ Tagen ausgebildet war, zählt das analoge Stadium von Hyla arborea (Taf. II, Fig. 8) bereits 11 Tage. Dazu kommt noch, dass im Inneren der vierseitigen Mundöffnung nur die untere Mandibel zu sehen ist, während sich die obere noch nicht von der inneren Wand des Ringwalles abgesetzt hat (cf. Entwicklung der Mandibeln p. 63, Taf. III, Fig. 64).

Dieses Verhältnis ist übrigens auch bei den Larven von Alytes obstetricans zu bemerken. — Das in Fig. 9, Taf. II abgebildete folgende Stadium hat ein sehr regelmäßiges Aussehen. Obere und untere Mandibel sind angelegt; die beiden Seitenplatten der Oberlippe wie der Unterlippe sind vom inneren Rand des Ringwalles abgesetzt. Der letztere wird bereits durch eine feine Furche in ein oberes und unteres Segment getheilt.

Zeigten die beiden beschriebenen Stadien noch äußere Kiemen, so sind sie bei dem in Fig. 10 Taf. II abgebildeten bereits von der äußeren Haut bedeckt; die Kiemenspalte ist noch vorhanden. Ober- und Unterlippe sind hier bereits scharf von einander abgesetzt; auf der letzteren wird durch eine Furche die spätere hintere Mittelplatte abgetrennt.

Fig. 11, Taf. II stellt das Maul einer 16tägigen Larve, deren Kiemenspalte bereits geschlossen, dar. Der Rand der Unterlippe zeigt in seiner ganzen Ausdehnung die Anlage von Papillen; die Oberlippe zeigt gleichfalls an beiden Enden Papillen, von denen sich die obere Mittelplatte abzugrenzen beginnt. Auch ist die hintere untere Mittelplatte deutlich abgesetzt.

Bei einer 19 Tage zählenden Larve (Fig. 12, Taf. II) sind in den sechs bis jetzt angelegten Kammplatten die Hornzähnchen zum Durchbruch gekommen. Ferner ist die vordere untere Mittelplatte angelegt. Die Papillen haben sich überall abgerundet und zu beiden Seiten des Mundes verdoppelt. Die Mandibeln zeigen erst in diesem Stadium schwarze Säume. — 22tägige Larven mit einer Länge von 10 (4,5) mm zeigen sämmtliche Stücke der Mundpartie und im Allgemeinen die Konfiguration, wie sie Fig. 13, Taf. II darstellt.

Zu bemerken ist noch, dass in dem Mittelstück der oberen Mittelplatte die Zähnchen oft etwas später als an den Enden durchbrechen, so dass jederseits zwei Seiten- und keine Mittelplatte vorhanden zu sein scheinen.

3) Pelobates fuscus.

Die Form des Mundes bei den Riesenlarven von Pelobates fuscus ist eine sehr charakteristische, so dass man, abgesehen von anderen sicheren Merkmalen[1], nach den durch den Mund gebildeten Charakteren die Larven der Knoblauchskröte von den oft auch sehr groß werdenden des grünen Wasserfrosches (Rana esculenta) unterscheiden kann (Fig. 16, Taf. II).

Im Umkreis elliptisch, wird der Rand der Mundscheibe von einer meist einfachen Papillenreihe eingefasst, die nur oben eine kleine Strecke für die charakteristisch gebogene obere Mittelplatte frei lässt. Außer den sieben oberen und sieben unteren Kammplatten (je eine Mittel- und sechs Seitenplatten), die Héron-Royer et Bambeke (11) für Pelobates fuscus angeben, finden sich, wie Fr. E. Schulze (10) bemerkt, noch seitlich von den Seitenplatten der Unterlippe kleinere äußere Seitenplatten. Wie ich annehmen möchte, sind die letzteren nur abgelöste Stücke der großen Seitenplatten, da sich je drei bis vier der kleinen Platten in eine Linie bringen lassen, die der Fortsetzung einer großen Seitenplatte entspricht. Auch stimmt damit überein, dass an einem großen Exemplar einer Larve jede der vorderen und mittleren unteren Seitenplatten durch eine tiefe Furche in zwei gleiche Theile getheilt war.

Auch auf der Oberlippe konnte ich an dem äußeren Ende der vorderen Seitenplatte eine kleine Nebenplatte bemerken.

Was die in den Kammplatten steckenden Stiftzähnchen anbetrifft, so erlaube ich mir zum Vergleich die von Fr. E. Schulze angegebenen Zahlen hierher zu setzen.

obere Mittelplatte		60	60
vordere obere Seitenplatte	100	100	200
mittlere obere Seitenplatte	50	50	100
hintere obere Seitenplatte	20	20	40
kleine äußere untere Nebenplatte	70	70	140
			540

---

[1] Sechste Zehe der angelegten Beine, spindelförmige Gestalt der Pupille! E. Pflüger, Das Überwintern der Kaulquappen der Knoblauchskröte. Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie. Bd. XXXI. Bonn 1883.

			Transp.	540
hintere untere Seitenplatte	50		50	100
mittlere untere Seitenplatte	80		80	160
vordere untere Seitenplatte	100		100	200
untere Mittelplatte		100		100
				1100

Die Entwicklung des Mundes bei Pelobates fuscus weicht in mancher Beziehung von der bei den bisher betrachteten Fällen ab. Wie bei Hyla arborea tritt die Entwicklung später ein als bei Rana temporaria; während aber die Larven der ersteren Art anfänglich sehr klein waren, fallen die Larven der Knoblauchskröte von Anfang an durch ihre Größe auf. — Bei einem Alter von fünf bis sechs Tagen, auf dem der große Haftapparat eine Y-förmige Gestalt angenommen (vgl. Thiele[1], Taf. X, Fig. 2 *f*), bemerken wir die vierseitige Mundöffnung. Dieselbe differenzirt sich dann in ähnlicher Weise, wie es für Rana temporaria auf Taf. II, Fig. 1 abgebildet. Auf diesem — 11tägigen — Stadium misst die Larve bereits 9,5 mm, wovon 3,5 mm auf den Rumpf kommen. Auch auf dem nächsten Stadium ähnelt der Mund der für Rana temporaria in Taf. II, Fig. 2 gegebenen Figur.

Dann aber ändert sich die Entwicklung, und wir erhalten nach einiger Zeit ein Bild, wie es Fig. 14, Taf. II für eine 15 Tage alte und 11 mm (4 mm) messende Larve darstellt. Der äußere Rand der Mundscheibe ist allseitig in Papillen zerlegt. Die beiden Mandibeln sind hell gefärbt, auffallend bloßgelegt und mit schwarzen Säumen versehen. Auf der Oberlippe sieht man, wie bei Hyla, die beiden vorderen Seitenplatten auftreten; an der Unterlippe bemerkt man dagegen ein ganz anderes Verhalten: Der Theil der Unterlippe, welcher übrig geblieben, nachdem sich die Randpapillen abgegliedert, lässt durch eine Furche, die der Querachse des Mundes parallel verläuft, ein medianes Stück, die spätere untere Mittelplatte abtrennen. Durch weitere, der ersten parallele Furchen, werden dann links und rechts die vorderen unteren Seitenplatten abgegrenzt. In derselben Weise werden dann von vorn nach hinten fortschreitend die mittleren und hinteren Seitenplatten gebildet, wie in der folgenden Fig. 15, Taf. II, die das Maul einer 28tägigen, 12 mm langen Larve darstellt, zu sehen ist.

Auf diesem Stadium zeigen, ihrer Bildung gemäß, die untere Mittelplatte und die vorderen unteren Seitenplatten bereits Hornzähnchen, während bei Hyla und Rana diese untere Mittelplatte — die ja hier zuletzt entsteht — auch ganz zuletzt mit Hornzähnchen versehen wurde.

---

[1] Joh. Thiele, Der Haftapparat der Batrachierlarven. Diese Zeitschr. Bd. XLVI. 1. Hft.

Ferner bemerken wir auf diesem Stadium, dass auch die kleine obere Mittelplatte angelegt und mit Stiftzähnchen ausgestattet ist. Den vorderen oberen Seitenplatten und den dazu gekommenen mittleren fehlen dieselben noch.

Die weitere Entwicklung bis zu der Fig. 16, Taf. II abgebildeten Form hat nichts Bemerkenswerthes; es kommt das Fehlende noch hinzu, und durch verschieden schnelles Wachsthum kommen die einzelnen Theile in ihre definitive Lage.

Ihrer Bildungsweise entsprechend nehmen die unteren Seitenplatten von vorn nach hinten an Mächtigkeit ab; eine vierte — nur einseitig ausgebildete — an dem gezeichneten Exemplar beobachtete Seitenplatte befindet sich dem Kiefer zunächst und ist nur schwach entwickelt. Da außer Pelobates nach der Beschreibung von Héron-Royer et Bambeke allein Pelodytes nur eine untere Mittelplatte besitzt, ist anzunehmen, dass auch nur bei dieser Gattung noch die Kammplatten der Unterlippe in derselben Weise wie bei Pelobates angelegt werden, dass die anderen Batrachierlarven sich dagegen ähnlich wie Rana und Hyla verhalten.

II. Die Stiftzähnchen.

Wie bereits oben bemerkt, waren es Carl Vogt (4) und Bambeke (5), die eine Darstellung vom Bau eines Stiftzähnchens gaben: Ein solcher Stiftzahn besteht aus einer Reihe von großen, eigenthümlich gestalteten, dunkel gefärbten Zellen. Jede derselben besteht aus einem löffelartig gekrümmten Theil, dem Körper, dessen Rand glatt oder gekerbt ist, und dem darauf folgenden Trichter, so dass das Ganze der Zelle das Ansehen einer phrygischen Mütze bietet. Indem nun der Trichter der einen Zelle den löffelförmigen Körper der folgenden Zelle aufnimmt, entsteht ein Gebilde, das C. Vogt mit den in einander steckenden Zähnen der Reptilien vergleicht.

Weiterhin untersuchte dann Fr. E. Schulze an Schnitten die Bildung dieser einzelnen Zellen eines Stiftzähnchens (7, p. 308): »Nur am untersten Ende der Reihe finden sich, dem Papillenstroma unmittelbar aufsitzend, ein paar kleine unregelmäßig rundliche, wenig scharf umgrenzte, körnige Zellen, welche von den benachbarten gewöhnlichen Epithelzellen wenig differiren. Doch schon die nächst oberen, platt kuchenförmigen und bedeutend größeren Glieder dieser Zellenreihe markiren sich durch scharfe und glatte membranöse Begrenzung, hellen leicht körnig getrübten Inhalt und klare quergelagerte, bläschenförmige Kerne mit großen, glänzend gefärbten Kernkörperchen. Weiter hinauf verändern diese Zellen, an Größe noch etwas zunehmend, in so fern ihre Form, als sie sich kappenartig nach der Fläche biegen, die Konvexität nach oben kehrend. Dabei kommt aber die höchste Wölbung nicht sowohl in der Mitte als in der Nähe des hinteren Randes zu liegen und findet gleichzeitig eine Abplattung von vorn und oben her statt, so dass die einzelnen Elemente Ähnlichkeit mit schräg abgeschnittenen Tüten erhalten (Taf. XVII, Fig. 12). Die Kerne, welche zunächst etwas mehr nach der Vorderseite hingedrängt werden, verschwinden weiter hinauf vollständig unter gleichzeitiger Verhornung und Bräunung der Zellen, welche am oberen Ende der Zähnchen zu derben strukturlosen Hornschüppchen werden.«

Gegenüber diesen, wohl zumeist an Larven von Pelobates gefundenen Resultaten, bezeichnet Franz Leydig (8, p. 129 und 130) nach seinen an den Larven von Rana esculenta und Bombinator igneus gemachten Untersuchungen die Stiftzähnchen der Frosch- und Krötenlarven als ein ausgesprochenes Beispiel von Cuticularbildung:

»Die unteren Zellen haben im frischen Thiere keine Membran, sondern stellen körnige Ballen dar, aus deren Innerem ein größerer heller Kern mit Kernkörper hervorsieht.... Weiter nach oben hin hat die Zelle ein derbhäutiges Käppchen abgesetzt, das flach und löffelförmig gekrümmt, an den Rändern in Zacken ausgeht. Anfänglich farblos, wird diese Cuticula oder Zahnsubstanz später dunkel, zum Theil tiefschwarz. In Glycerinpräparaten hebt sich der cuticulare Zahn als etwas Selbständiges in schärfster Umgrenzung vom Zellenleib ab. Beim Vergleich einer größeren Anzahl von Zähnen macht sich auch bemerklich, dass der Zellenleib jenseits des Kernes in die Höhe gewachsen und dabei streifig geworden ist und sich so tief in das cuticulare Käppchen hineinzieht. Man darf daraus schließen, dass die Zelle zuerst in einen sich später verflachenden Zapfen nach oben wächst und dabei den Zahn abscheidet.«

In seiner letzten Arbeit (10) beschreibt dem gegenüber Fr. E. Schulze noch einmal genau den Bau eines Stiftzähnchens bei Pelobates fuscus, schildert den Verhornungsprocess der Zellen und das Verschwinden ihrer Kerne noch ausführlicher als oben angegeben und kommt zu dem Schluss: Es könne keinem Zweifel unterliegen, dass die Stiftzähnchen durch einen Verhornungsprocess entständen, also echte Hornbildungen und nicht etwa Cuticulargebilde seien.

Durch vergleichende Untersuchung der Stiftzähnchen verschiedener Larven (Rana temporaria, R. esculenta, Alytes obstetricans und Pelobates fuscus) habe ich einige Détails gefunden, die vielleicht dazu führen könnten den Widerspruch zwischen Fr. E. Schulze und Franz Leydig auszugleichen.

1) Rana temporaria.

Die einzelnen Zellen der Hornzähnchen von Larven dieser Gattung haben, wie **Bambeke** (5) beschrieben, einen an der Spitze löffelförmigen Körper (Taf. II, Fig. 21). Der Rand dieses Löffels ist aus einer größeren Zahl feiner Zacken gebildet, setzt sich aber, wie ich beobachten konnte, ungetheilt auch zu beiden Seiten des übrigen, mehr kegelförmigen Körpers, oft bis auf den Trichter, fort. Der letztere ist hier von beträchtlicher Ausdehnung, seine Decke hebt sich von dem dunkel gefärbten Körper mit noch dunklerer Farbe ab (Taf. II, Fig. 17—21). Man kann dieses Verhältnis schon an jüngeren, noch ganz hell gefärbten Zellen der Stiftzähnchen beobachten (Taf. II, Fig. 17, 20, 21, 22). Die Zeichnung, welche man ferner zuweilen auf der Innenseite des Trichters bemerkt (Taf. II, Fig. 21 *a*), ist der Abdruck des in ihm steckenden Löffels der nächsten Zelle.

Betrachten wir den Längsschnitt durch eine Kammplatte (Taf. III, Fig. 55) genauer, so bemerken wir, dass jeder Trichter einer Zelle nicht nur den Körper der nächsten, sondern noch eine — gleichfalls stark verhornte — Zelle des benachbarten Gewebes umschließt, die bisher von keinem Forscher bemerkt worden und die »Stützzelle« genannt werden soll. Dieselbe hat eine eigenthümliche Form (Taf. II, Fig. 18, 19), die man mit der eines Pantoffels, dessen Höhlung ausgefüllt, vergleichen könnte. Mit dem kolbigen Ende steckt diese Stützzelle, wie bemerkt, in dem Trichter einer Zelle, den übrigen Raum ausfüllend, mit dem anderen legt sie sich an die Außenwand des nächstfolgenden Trichters, theils steht sie mit dem Gewebe der Epidermis in Zusammenhang.

Die Bildung der Zellen eines Zahnes erfolgt im Allgemeinen in der oben von **Fr. E. Schulze** angegebenen Weise. Doch ist Folgendes besonders zu bemerken: Ist die Zelle auf dem Stadium angelangt, wo sie die kuchenförmige Gestalt aufgiebt, um die spätere Form anzunehmen, so wächst sie mehr mit der Rückenseite als mit der Spitze in die über ihr liegende Zelle hinein. An die nasenartig vorstehende Vorderseite legt sich eine Zelle aus dem benachbarten Gewebe, und beide stülpen dann die Wandung der über ihr liegenden Zelle tief hinein (Taf. II, Fig. 17). In demselben Maßstabe, wie die Zahnzelle, wächst auch die Stützzelle bis zu der oben geschilderten Gestalt heran (Taf. II, Fig. 18). Sie repräsentirt gewissermaßen die Form, über der sich der Löffel bildet.

Ist die Zahnzelle in ihrer Gestalt vollendet, so wird die Stützzelle, wahrscheinlich desshalb, weil sie sich weniger als die Zahnzelle streckt, etwas aus dem betreffenden Trichter herausgezogen (Taf. II, Fig. 17; Taf. III, Fig. 55), so dass zwischen dem Körper der Stützzelle und dem Löffel eine Lücke entsteht.

Während dieser Entwicklung erscheinen die Zahnzellen, vom Rücken aus gesehen, Anfangs homogen (Taf. II, Fig. 24), dann macht sich eine feine Längsstreifung bemerkbar (Taf. II, Fig. 25—27). Indem die Streifen immer breiter werden und an der Spitze aus einander rücken, werden sie zu den oben erwähnten Zacken am Rande des Löffels einer Zahnzelle. Dabei bleibt Anfangs die Zellsubstanz zwischen den Zacken noch bestehen (Taf. II, Fig. 28), ja an gut gelungenen Macerationspräparaten kann man auch bei vorgeschrittenen Stadien, deren Zellkern bereits verschwindet (Taf. II, Fig. 21 *d*, 22, 23), den Rand dieser zwischen den Zacken ausgespannten, völlig durchsichtigen Membran als glänzende Linie konstatiren. Fig. 22 stellt eine Zelle dar, bei der die Zacken diese Linie gar nicht erreichen.

Schließlich sei noch bemerkt, dass bei der oben erwähnten Loslösung des Löffels vom Körper der Stützzelle sich auch der Rand jener hyalinen Membran von demselben loslöst und so eine Spalte in der Wand des betreffenden Trichters vortäuschen kann (Taf. II, Fig. 20).

Wenn der untere Trichterrand bei vielen der abgebildeten Zellen nicht gezeichnet ist (Taf. II, Fig. 22; Taf. III, Fig. 55), so rührt das daher, dass er sehr fein und nur an isolirten Zellen deutlich wahrzunehmen ist.

2) Alytes obstetricans.

Wie Héron-Royer et Bambeke mittheilen, enthalten alle Kammplatten der Larven von Bombinator igneus, Alytes obstetricans und theilweise bei den von Alytes ammoryctes zwei hinter einander gestellte Reihen von Hornzähnchen. (Da die mir als von Alytes obstetricans zugegangenen Larven nur in der oberen und unteren hinteren Mittelplatte sowie in den unteren Seitenplatten diese doppelte Bezahnung aufweisen, scheinen dieselben demnach von Alytes ammoryctes zu stammen.) Dieses Verhältnis ist nicht zu verwechseln mit der unten zu besprechenden Missbildung, bei der in einem Trichter zwei Zahnzellen stecken. Beide Reihen nehmen, wie der Horizontalschnitt (Taf. III, Fig. 58) zeigt, eine ganz gesonderte Entstehung.

Die Form der Zahnzellen ist ähnlich wie die bei Rana (Taf. III, Fig. 56), d. h. der Rand des Löffels ist ausgezackt. Auch die Bildung derselben erfolgt dem oben geschilderten Vorgange analog, wie Fig. 57, Taf. III darstellt.

Da ferner die Zähnchen der äußeren Reihe und die der inneren einer Kammplatte gleich viel Zellen haben, die einen aber — der Krümmung wegen — länger als die anderen sind, so ist es leicht erklärlich, dass die Zellen der äußeren Reihe länger als die der inneren sind.

Abweichend verhalten sich die Stiftzähne von Alytes in so fern, dass nicht eine, sondern zwei Stützzellen in jeden Trichter hineinwachsen und so den freien Raum ausfüllen.

3) Rana esculenta.

Die Zahnzellen der Larvenzähnchen vom grünen Wasserfrosch haben ebensolche tiefe Trichter wie die der vorhin beschriebenen Arten. Während jedoch die Stiftzähnchen dieser im Querschnitt gleichen Durchmesser nach allen Richtungen haben, sind die Zahnzellen bei Rana esculenta in der Richtung der Querachse des Mundes bedeutend zusammengedrückt. Auch haben sie an ihrer Spitze keinen eigentlichen Löffel mit gezähneltem Rande, sondern die nur etwas umgebogene Spitze ist in zwei, seltener vier gröbere Enden gespalten. Der Körper der ausgebildeten Zahnzelle ist daher mehr keilförmig oder nach der Spitze zu im Querschnitt vierseitig (Taf. III, Fig. 50—52).

Dieser Form sehr entsprechend finden wir zwei Stützzellen in jedem Trichter, die den keilförmigen Körper der Zahnzelle zwischen sich nehmen (siehe die Querschnitte Fig. 50—52, Taf. III). Zum Studium der Bildung der Zahnzellen wollen wir die drei Fig. 47—49, Taf. II vergleichen, auf der die einander entsprechenden drei Zellen *a*, *b* und *c* in drei auf einander folgenden Stadien abgebildet sind.

In Fig. 47 hat die Zelle *a* noch die kuchenförmige Gestalt, in Fig. 48 ist sie bereits in die Höhe gewachsen und wird von zwei Stützzellen — deren Kerne bei x' — umgeben. Die Zelle *b* ist in Fig. 47 mit ihren Stützzellen schon ziemlich tief in die darüber liegende Zelle *c* hineingewachsen. In Fig. 48 beginnt bei derselben Zelle *b* die Loslösung der Stützzellen von der Spitze an, und zwar ist zu beobachten, dass sich zuerst die Seitenkanten der im Querschnitt vierseitigen Zahnzelle von den entsprechenden Rändern der Stützzellen loslösen (Taf. III, Fig. 50 und 51). In Fig. 49 ist bei der Zelle *b* die Spalte noch breiter geworden.

Die Zelle *c* ist von den Stützzellen noch weiter — in Fig. 47 fast ganz — entfernt. Gleichzeitig ist der obere Theil der Zelle *c*, so weit er im Trichter der Zelle *d* steckt (c'), auch mit seiner Rückenseite von der Trichterwand zurückgetreten. Auf gut getroffenen Schnitten — wie in Fig. 47 — ist dieser Theil c' auch scharf vom unteren Theil der Zelle *c* abgesetzt zu sehen, so dass die Zelle *c* im oberen Theil von einem Hohlraum umgeben ist. Im weiteren Wachsthum werden die Zellkörper wieder ganz in den Trichter hineingeschoben, und es bleibt nur zwischen der konkaven Seite des Körpers und den Stützellen eine Lücke (Fig. 46, Taf. II). Die Zelle *c* zeigt übrigens auf den drei gezeichneten Stadien die fortschreitende Verhornung und das allmähliche Verschwinden des Kernes. Betrachten wir ferner die noch nicht verhornten

Zahnzellen von der Rückenseite, so sieht man dieselben Streifen wie bei Rana temporaria und Alytes (Taf. III, Fig. 57) auftreten, obgleich es zur Bildung feiner Randzähnelung nicht kommt.

4) Pelobates fuscus.

Der genauen Schilderung der Stiftzähne der Pelobateslarven durch Fr. E. Schulze (10) habe ich nur wenig hinzuzufügen. Obgleich die Trichter der Zahnzellen hier sehr flach sind, so dass keine Stützzellen mit hineinwachsen können, kommt es doch auf einem gewissen Stadium zur Bildung eines Hohlraumes um den oberen Theil der Zelle (Taf. III, Fig. 53, vierte Zelle, von der Spitze des Stiftzähnchens aus gezählt), indem sich der obere Theil dieser Zelle von dem benachbarten Gewebe zurückzieht. Deutlicher als in Fig. 53 erscheint dies Zurücktreten noch auf den Querschnitten in Fig. 54, wo bei *a* auf der konkaven Seite der Zahnzelle wiederum zwei Zellen liegen, die den Stützzellen entsprechen dürften. Weiter nach der Spitze des Hornzähnchens zu verschwindet dieser Hohlraum und es bleibt nur auf der konkaven Seite eine Spur davon. Eine Andeutung dieser Verhältnisse ist übrigens auch in Fig. 13, Tafel II der Arbeit von Fr. E. Schulze (10) zu bemerken.

Der Hauptsache nach ist also dem bereits bekannten Bau der Stiftzähnchen Folgendes hinzuzufügen: Bei denjenigen, deren Zellen einen umfangreichen Trichter aufweisen, wachsen ein resp. zwei Zellen des Nachbargewebes mit in jeden Trichter hinein und verleihen so als Stützzellen dem ganzen Gebilde eine erhöhte Festigkeit. Ferner löst sich auf einem gewissen Stadium der Entwicklung der Körper der Zahnzelle von seiner Umgebung los, um einen Hohlraum von größerer oder geringerer Ausdehnung zu bilden, der dann später bis auf einige Reste wieder verschwindet.

Zu erwähnen sind noch die bereits von Bambeke (5) bemerkten und abgebildeten Missbildungen, die darin bestehen, dass im Trichter einer Zahnzelle zwei weitere Zahnzellen stecken, an die sich je eine weitere Zellreihe anschließt. Sie entstehen dadurch, dass sich an die unterste Zelle eines Stiftzähnchens nicht eine, sondern zwei Zellen neben einander legen und zu der charakteristischen Form auswachsen. Fig. 30, Taf. II stellt eine solche Anlage aus den Kammplatten einer 14tägigen Larve von Rana temporaria dar, Fig. 31, Taf. II zeigt dieselbe weiter entwickelt.

Gewissermaßen das umgekehrte Verhältnis finden wir in Fig. 32, Taf. II, wo auf einem Trichter zwei Körper sitzen, die in der Mitte freilich zur Hälfte verschmolzen sind.

Was nun die Streitfrage über die Bildung der Stiftzähnchen durch

Verhornung oder Cuticulaabscheidung angeht, so habe ich der ausführlichen Schilderung des Verhornungsprocesses durch Fr. E. Schulze nur die Bemerkung hinzuzufügen, dass auch in Zahnzellen, deren Kerne völlig verschwunden sind, durch Behandlung mit Kalilauge dieselben als helle Flecke nachgewiesen werden können.

Es handelt sich nun darum, wie die Angaben von Franz Leydig (8) zu erklären sind. Ich möchte nun glauben, dass dieser Forscher jene in verschiedenartiger Weise auftretenden Hohlräume um den oberen Theil der Zahnzellen für cuticulare Kappen der noch wenig verhornten und Farbstoff reichlich aufnehmenden Zellen gehalten hat. Da bei Rana temporaria, wie oben bemerkt, die stark verhornenden Stützzellen einen von glänzenden Kontouren eingefassten Raum zwischen sich und dem Löffel der Zahnzellen abgrenzen, da bei Pelobates der erwähnte Hohlraum sich besonders in Glycerinpräparaten scharf abhebt, konnte Leydig wohl zu seiner Annahme veranlasst werden. Besonders auf den in Fig. 47, Taf. II abgebildeten Schnitt von Rana esculenta — der obere Theil (c') der Zelle c ist durch Hämatoxylin dunkel gefärbt — scheinen die oben citirten Worte zu passen:

»Beim Vergleich einer größeren Anzahl von Zähnen macht sich auch bemerklich, dass der Zellenleib jenseits des Kernes in die Höhe gewachsen und dabei streifig geworden ist und sich so tief in das cuticulare Käppchen hineinzieht.«

Auch der Verfasser dieser Arbeit ließ sich Anfangs durch jene Hohlräume irre führen, bis an Macerationspräparaten der wahre Sachverhalt erkannt wurde.

III. Der Hornschnabel.

Die beiden Mandibeln des Hornschnabels sind im Grunde nichts Anderes als modificirte Kammplatten; wieder finden wir die Duplikatur der Epidermis, enthaltend eine Reihe von Zahnstiften, die durch in einander gesteckte Zellen gebildet werden. Nur sind die Zahnstifte hier dicht an einander gestellt, der Körper einer jeden Zahnzelle ist kurz (Taf. II, Fig. 43, vgl. auch Schulze (7), Taf. XVII, Fig. 11 und Schulze (10), Taf. III, Fig. 20), kegelförmig, es fehlen der Löffel, die Stützzellen, und es sind die äußeren Zelllagen der Platte stark verhornt und schwarz gefärbt, wie die vollendeten Zahnzellen. Diese einfache Gestaltung der Mandibeln wurde zuerst von Carl Vogt (4) gegeben. Bambeke (5) hielt den Bau für komplicirter, konnte aber über denselben nicht recht ins Klare kommen. Fr. E. Schulze (7) ging wieder auf die Schilderung von Carl Vogt zurück und lehrte auf Schnitten (vgl. Schulze [7], Taf. XVII, Fig. 11) die Mandibeln als eine ähnliche Bildung verhornter Zellen, wie die der Stiftzähne, kennen.

Leydig erklärte auch diese Bildungen (8, p. 130 und 133) als cuticulare, wogegen **Fr. E. Schulze** in der oben citirten neuen Arbeit (10) bei seiner Darstellung beharrt und dieselbe für Pelobates fuscus sowohl im feineren Bau als in der Darstellung des Verhornungsprocesses noch weiter ausführt.

Es gelang mir nun für die Mandibeln von Rana temporaria an Macerationspräparaten einige neue histiologische Details zu finden, die besonders jene etwas dunkle Darstellung von **Bambeke** mit der von **C. Vogt** und **Fr. E. Schulze** in Übereinstimmung bringen dürften. — Da sich **Franz Leydig** auf die Darstellung von **Bambeke** beruft, als vielleicht für seine Behauptung sprechend (8, p. 131 Anm), wollen wir sie wörtlich citiren:

».... de la partie postérieure de la base (einer Zahnzelle) descend une lame quadrilatère, qui se détache du reste avec la plus grand facilité. La structure de la substanze denticulaire n'est donc pas aussi simple que le dit **Vogt**.... Quant au développement, il est aussi plus compliqué que celui des crochets des peignes, et il nous a été impossible d'observer, comme pour ces derniers, la transformation progressive des cellules en dents complètes. Voici, du reste, le résultat de nos observations. Des cellules polygonales, transparentes, à noyaux clairs, se superposent et se rangent en séries linéaires; celles-ci paraissent alors comme formées de petits rectangles superposés, et au milieu de chaque rectangle on voit un nucleus, qui disparait plus tard; presque en même temps, à l'endroit où les séries se touchent, on distingue d'autres nucléus correspondant aussi aux espaces rectangulaires et ne se montrant jamais, chose singulière, que d'un côté de chaque série: c'est ce noyau latéral qu'on retrouve assez souvent à la base des dents déjà complétement dévelopées (Fig. 23). Puis tout ce que nous avons pu distinguer, c'est que la forme rectangulaire est insensiblement remplacée par la forme triangulaire que prendra la dent parfait. Il nous parait, du reste, évident qu'ici le petit appendice corné n'est pas dû à l'évolution d'une seule cellule comme cela a lieu pour le crochet des peignes, mais de plusieurs....«

Bambeke hat diese Schilderung nicht an der Hand von Schnitten gegeben, sondern, wie seine Abbildung beweist (Fig. 21 und 23), die Mandibel von der Fläche studirt. Betrachten wir nun die Oberkiefermandibel einer jungen Larve von Rana temporaria — der durch die platten Zellen gebildete Belag ist durch Maceration entfernt — von der konkaven Seite, so finden wir einen Bau, der mit der Schilderung von

C. Vogt und Fr. E. Schulze durchaus übereinstimmt: Zu unterst flache Zellen, die nach oben spitz auswachsen und so die charakteristische Kegelform annehmen (Taf. II, Fig. 43). Von der konvexen — der äußeren — Seite der Mandibel ist dieser Übergang nicht zu verfolgen, da hier die in der Nähe des Trichterrandes (vgl. Taf. II, Fig. 36) liegenden Kerne die unter ihnen befindlichen Spitzen der Zellen verdecken (Taf. II, Fig. 44).

Da bei oberflächlicher Einstellung des Mikroskopes ferner die unteren Trichterränder der Zahnzellen zu Gesicht kommen, so glaubt man rechteckige Zellen mit großen Kernen vor sich zu sehen, die erst im oberen Theil der Zahnstifte, wo der fortschreitenden Verhornung wegen die Kerne verschwinden, den in einander gesteckten kegelförmigen Zellen Platz zu machen scheinen. — Was dann die Angabe Bambeke's anbetrifft, dass von dem hinteren Rande der Basis einer Zahnzelle eine Platte herabhänge, die sich mit Leichtigkeit ablöse, so kann zweierlei damit gemeint sein.

Einmal sind die einzelnen Zahnstifte so eng neben einander gestellt, dass ihre Seitenränder sich theilweise in einander schieben. An Macerationspräparaten sieht man daher den unteren Theil des Trichters einer Zahnzelle in eine vordere und hintere Platte — die letztere mit dem Zellkern — zerlegt (vgl. Taf. II, Fig. 34, 35, 36, 39, 40).

Wie man ferner auf Medianschnitten durch eine Mandibel von Rana temporaria und Alytes obstetricans bemerken kann, legen sich mit einer gewissen Regelmäßigkeit an den freien Rand eines jeden Trichters, auf der konkaven und der konvexen Seite der Mandibel, platte verhornte Zellen, wie sie die Mandibel zum größten Theil zusammensetzen. Da diese platten Zellen, wenigstens in den oberen Schichten jener mit ihren Flächen nur locker, mit ihren Rändern fest zusammenhängen, so repräsentiren sie gewissermaßen Bogensysteme, die den auf die Schneide der Mandibel ausgeübten Druck nach der breiten Basis derselben übertragen. Diejenigen platten Zellen nun, welche an dem Trichterrande sitzen, haften, wie Fr. E. Schulze (10) bereits mittheilt, fest am letzteren, so dass man bei Macerationspräparaten Bilder wie die in Taf. II, Fig. 33, 34, 42, 45 dargestellten erhält. Meist setzen sich diese platten Zellen mit der größten Regelmäßigkeit zwischen zwei benachbarten Zahnzellen an; in ihnen kann man jene von Bambeke erwähnten ablösbaren Platten der Zahnzellen, und in ihren Kernen jene zwischen den einzelnen Zahnstiften auftauchenden Kerne erblicken.

Hinsichtlich des Unterschiedes im Bau der oberen und unteren Mandibel wäre noch Folgendes zu bemerken.

Die Zahnstifte der Oberkiefermandibel liegen alle einander parallel und senkrecht zum freien Rande der Mandibel. An den beiden Enden derselben platten sich die sonst spitzen Zahnzellen mehr und mehr ab, so dass wir schließlich Zellen, ähnlich denen, die sich am untersten Ende eines jeden Zahnstiftes anlegen, antreffen (Taf. II, Fig. 41).

Die untere Mandibel zeigt ein besonderes Verhalten.

Betrachtet man nämlich den freien Rand derselben, so sieht man die in der Ansicht dreiseitig erscheinenden Zellen sich mehr und mehr auf eine Seite legen, bis sie vollständig in die Ebene des Mandibelrandes zu liegen kommen (Taf. II, Fig. 33). Ferner ist zu bemerken, dass jeder der so schräg gestellten Zahnstifte mit einer Seite über die keilförmig zugeschärfte Kante des benachbarten Zahnstiftes greift[1], wodurch dem Ganzen natürlich eine große Festigkeit verliehen wird (Taf. II, Fig. 37 und 38). Da jeder Zahnstift im Übrigen eben so gebaut ist, wie in der Oberkiefermandibel, so ist es erklärlich, wenn aus den beiden obigen Ursachen ganz eigenthümliche Bilder entstehen (vgl. auch Fig. 35, Taf. II).

Die Ursache dieser schrägen Stellung liegt darin, dass die winkelig gebogene untere Mandibel nicht einfach als eine geknickte obere aufzufassen ist, sondern dass die beiden Schenkel derselben in die Höhe steigen. Da nun die Zahnstifte in ihrer unter sich parallelen Lagerung verbleiben müssen, um die Festigkeit der Mandibel nicht zu verringern, erscheinen sie zur Mandibelkante in schräger Lage. Daher kommt es auch, dass man auf allen zur Medianebene des Thieres parallelen Schnitten immer Längsschnitte eines ganzen Zahnstiftes erhält.

Cuticulare Bildungen habe ich auch an isolirten, noch nicht verhornten und daher hell gefärbten Zellen nirgends entdecken können. Missbildungen, wie die bei den Stiftzähnchen zuerst genannten, habe ich an den Zahnstiften der Mandibel nicht bemerken können, wohl aber solche, die an die zweite — zwei Körper auf einem Trichter — erinnern: Fig. 45 *a*—*c*, Taf. II stellen den Fall dar, dass auf einer großen Zahnzelle *a* zwei kleine Zahnzellen neben einander sitzen, die dann nach oben zwei Reihen kleiner Zahnzellen *c* fortsetzen. Die in Fig. 45 *c* gezeichneten beiden schwarzen Zellen sind die Fortsetzung von *b* und stammen ferner aus der in Fig. 42 mit derselben Vergrößerung gezeichneten horizontalen Reihe.

Interessant ist es, dass sich jene platten Zellen, die dem Trichterrande einer jeden verhornten Zahnzelle anzuliegen pflegen, hier so verhalten, als ob die beiden kleinen Zellen (Fig. 45 *c*) eine große wären (Fig. 42).

---

[1] In der oben citirten Arbeit von Fr. E. Schulze (10) scheint in Fig. 21, Taf. III, eine Andeutung dieses Verhältnisses vorhanden zu sein.

IV. Die Entwicklung der Stiftzähnchen.

Die Entwicklung der einzelnen Zahnzellen giebt uns jedes Stiftzähnchen; davon zu unterscheiden ist die erste Anlage und Entwicklung des ganzen Gebildes. Von einer solchen Entwicklung sprechen zwar schon Carl Vogt und Bambeke, allein die Betrachtung ihrer Abbildungen (Carl Vogt [4], Taf. II, Fig. 9—11; Bambeke, Pl. I, Fig. 5) lehrt, dass dieselben nur die Ausbildung der obersten mehr oder weniger in der Epidermis verborgenen Zahnzelle beobachtet haben. Verfolgt man nämlich die Stiftzähnchen einer Kammplatte bis an das Ende derselben, so findet man, dass der Körper resp. der Löffel der aus der Epidermis hervorragenden obersten Zahnzelle allmählich rudimentär wird. Er wird kürzer, die Zacken, wo sie sonst vorhanden, verschwinden, schließlich bleibt nur eine kleine, dem Trichter aufsitzende Schuppe, ja nur jener selbst als glockenförmige Kuppe zurück. Diese verhornte Kuppe ist von den genannten Forschern offenbar für die erste Anlage eines Stiftzähnchen gehalten, da sie in Folge ihrer angewandten Methoden die in jener eingeschachtelten weiteren Zellen nicht sehen konnten.

Auf Schnitten diese an den Enden einer Kammplatte befindlichen Anlagen zu untersuchen, stellte sich als nicht günstig heraus, da die Stellung der kleinen Hornzähnchen an dem genannten Orte eine zu unregelmäßige ist. Ich zog es daher vor ganz junge Stadien von Larven der Rana temporaria auf Medianschnitten zu untersuchen. —

Betrachtet man von den zwei Schichten der Epidermis einer Batrachierlarve die obere als Stratum corneum, die untere als Stratum Malpighi, so sind die Kammplatten mit ihren Hornzähnchen eine Bildung des letzteren.

Jener Ringwall, der sich um die Mundöffnung (Taf. II, Fig. 1) erhebt, entsteht Anfangs dadurch, dass die Zellen des Stratum Malpighi bedeutend an Länge zunehmen. Dann gliedern sich an den Stellen, wo später die einzelnen Kammplatten entstehen, Zellen ab, die die Anlage für die Hornzähnchen und der vor und hinter ihnen liegenden Zellen darstellen (vgl. Taf. III, Fig. 59). Die mittelste Zelle der mittleren Zellschicht ist die Anlage der späteren obersten Zahnzelle, die links davor liegende die dazu gehörige Stützzelle. Die Zellen des Stratum corneum, sowie einige der anderen Zellen erscheinen reichlich mit dunklem Pigment versehen. Fig. 60 zeigt bereits zwei — mit der darüber liegenden Zelle des Stratum corneum drei — Zellen des Hornzähnchens. In Fig. 61 zählen wir vier — mit der Zelle des Stratum corneum fünf — Zellen desselben und zwei dazu gehörige Stützzellen. Auf diesem Stadium besitzt das Stratum corneum der bereits ziemlich in die Höhe gewachsenen Kammplatte noch den feinen gestrichelten Saum, der die obersten Epidermiszellen der Batrachierlarven auszeichnet.

Zählt die Zellreihe fünf bis sechs Zellen, so beginnt sich die oberste derselben (Taf. III, Fig. 62), indem sie gleichzeitig die über ihr liegende und bereits kernlos gewordene Zelle des Stratum corneum einstülpt, über die oberste Stützzelle zu legen und so den löffelförmigen Körper zu formen. Dessgleichen legen sich die zweite und dritte Stützzelle an die nasenartig vorstehende zweite und dritte Zahnzelle. Der Vorgang entspricht also ziemlich der am unteren Ende eines ausgewachsenen Hornzähnchens stattfindenden Bildung der Zahnzellen.

Bemerkt mag noch werden, dass die vorderen Spitzen der jungen, große Zellkerne enthaltenden Zahnzellen oft stark pigmentirt sind, wie es in Fig. 62 angegeben.

In Fig. 63 ist die Zelle des Stratum corneum zu einer dünnen Kuppe zusammengeschrumpft, die oberste Zahnzelle hat sich gestreckt und einen Trichter ausgebildet, in den die zweite Zahnzelle mit ihrer Stützzelle bereits hineingewachsen ist.

Nun braucht der junge Zahn nur die Epidermis zu durchbrechen, um abgesehen von seiner geringen Größe und geringen Verhornung fertig zu sein.

Auch bei dieser Entwicklung der Hornzähnchen wurde weder an Schnitten noch an Macerationspräparaten eine Spur cuticularer Absonderung entdeckt.

V. Entwicklung der Mandibeln.

Wir haben oben die Mandibeln mit den Kammplatten verglichen und festgestellt, dass die Organisation der ersteren der der letzteren ähnlich, nur einfacher sei. Dem entspricht auch die erste Anlage der Mandibelzahnstifte. Voraus bemerken will ich, dass dieselbe viel früher als die der Hornzähnchen erfolgt. So enthalten die auf Taf. II, Fig. 1 etc. gezeichneten Stadien der Entwicklung des Mundes von Rana temporaria schon eine ganze Reihe von Zahnzellen in einem Zahnstift.

Das von Pelobates fuscus Taf. II, Fig. 30 dargestellte Exemplar lässt in einem Zahnstifte der Unterlippe bereits 36 Zahnzellen zählen.

Am spätesten tritt die Entwicklung der Mandibeln von den drei untersuchten Arten bei Hyla arborea auf. Der durch die obere Hälfte des Ringwalles gemachte Schnitt (Taf. III, Fig. 64) zeigt obere Mittelplatte und obere Mandibel noch nicht von einander getrennt, wenn auch die erste Anlage der Hornzähnchen (*a*) und die der Zahnstifte (*b*) schon vorhanden. Diese letztere Anlage besteht bereits aus zwei Zellen, deren oberste eine etwas kegelförmige Gestalt zeigt. Indem sich diese Zellreihe nun vermehrt und die unteren Zellen mit ihren Spitzen in die oberen kegelförmig hineinwachsen, bekommen wir den definitiven Zahnstift, wie ihn Taf. III, Fig. 65 in dem Stadium vor dem Durchbrechen des Stratum corneum zeigt.

Was die Funktion der Kammplatten anbetrifft, so kann sie eine vielfache sein. Schon die älteren Beobachter sind der Ansicht, dass sie zum Ergreifen der Beute oder ähnlich wie die Radula der Schnecken gebraucht werden. Bambeke (5) vergleicht sie auch mit den Haken der Eingeweidewürmer. Ich glaube nun, dass die Kammplatten am meisten zum Anheften an den Körper, der zur Nahrung dienen soll, benutzt werden.

Wenigstens kann man die Beobachtung machen, dass Batrachierlarven, die den Algenbesatz der Aquariumswände benagen, sich mit Ober- und Unterlippe an die Glaswand heften und jene nur von Zeit zu Zeit, die Mandibeln aber fortdauernd bewegen. Besonders um im Wasser flottirende Gegenstände festzuhalten, bedürfen die freischwimmenden Kaulquappen eines Organs, um dieselben oder auch sich selbst festzuhalten. Dazu dürften sich aber die Kammplatten mit ihren feinen Häkchen sehr gut eignen.

VI. Die Haftorgane.

Bevor der Mund der Batrachierlarven seinen charakteristischen Apparat ausgebildet, heftet sich der dem Ei entschlüpfte Embryo, wie bekannt, mit seinen großen Haftorganen an die Eihüllen oder andere Gegenstände an. Diese Organe sind außer von anderen Forschern von Dr. Johannes Thiele (15) zum Gegenstand einer ausführlichen Untersuchung gemacht. Ich will hier nur desshalb darauf zurückkommen, um zum feineren Bau noch etwas hinzuzufügen. Der診Haupttheil dieser Organe wird, wie Thiele bemerkt, von hohen Drüsenzellen gebildet. Diese letzteren sind nun, wie Taf. III, Fig. 66 lehrt, nicht etwa die Zellen des Stratum corneum, sondern eine Bildung der unteren Zellschicht.

Über diese Drüsenzellen zieht sich Anfangs das Stratum corneum mit seinem Cuticularsaum, um später zu verschwinden.

Das Ganze macht auf dem abgebildeten Stadium den Eindruck einer kolossal entwickelten Hautdrüse.

VII. Die Papillen des Mundrandes.

Der Bau der den äußeren Mundrand bildenden Papillen ist bereits von Bambeke (5) beschrieben, der sie ihrer Lage nach für Tastorgane erklärt. Ich konnte in ihrem Innenraum, der von quergestellten Zellen eingenommen wird, Blutkapillaren und Nerven nachweisen. Nervenendigungen und Sinneszellen konnten bei den angewandten Konservirungsmethoden nicht gefunden werden.

Es wurde oben das Maul der Batrachierlarven mit der Mundscheibe der Neunaugen verglichen. Zwar sind die größeren und kleineren Hornplatten der letzteren ganz anders gebaut, sie entsprechen nämlich eher kegelförmigen Klauen, deren Rand in einem Nagelbett steckt — Fr. E. Schulze (7) bildet Taf. XVII, Fig. 10 ein solches Bett ab — jedoch finden wir ein weiteres Analogon.

Wie nämlich bei den Stiftzähnchen der Kaulquappen eine Zelle in einer gleichgeformten steckt, fand ich in jedem klauenartigen Zahn der Neunaugen ein gleichgeformtes, in einem zweiten Nagelbett erzeugtes und von dem ersteren durch zerfallende Epidermiszellen getrenntes Stück. Ja in diesem steckte ein gleich geformter und gleich gebildeter dritter Zahn.

Bei vorstehenden Untersuchungen habe ich folgende Technik angewandt:

Die Kaulquappen wurden in 0,2 %iger Chromsäure oder in Sublimat konservirt und in Alkohol aufbewahrt. Gefärbt wurde in toto mit Hämatoxylin oder Pikrokarmin. Als Einbettungsmittel zum Schneiden wurde meist Paraffin, selten Seife benutzt. Aufgeklebt wurden die Schnitte mittels Nelkenöl und Kollodium und in Kanadabalsam eingelegt. Zur Maceration wurden verdünnte Wickersheim'sche Flüssigkeit oder Müller'sche Lösung benutzt. Die so erhaltenen Präparate wurden ungefärbt in Glyceringelatine aufbewahrt.

Veranlasst wurde ich zu dieser Arbeit durch Herrn Professor Franz Eilhard Schulze, der mir Sommersemester 1886 auftrug, die Entwicklung der Hornzähnchen und die Konfiguration des Mundes bei den Batrachierlarven zu studiren. Ich begann diese Arbeit im zoologischen Institut zu Berlin, um sie seit dem Wintersemester 1886/87 im zoologischen Institut zu Königsberg unter Leitung des Herrn Professor Chun fortzusetzen. Um die Entwicklung der Hornzähnchen zu studiren, musste ich zuerst den Bau der entwickelten Zustände kennen lernen. Ich vertiefte mich daher in denselben und kam zu den im Theil II und III angegebenen Resultaten. Die übrigen Theile wurden größtentheils erst später bearbeitet.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht Herrn Professor Fr. E. Schulze und Herrn Professor Chun für ihre mir gewährte Anregung und Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Königsberg, Zoolog. Institut, Mai 1889.

Nachschrift.

Nachdem vorstehende Arbeit bereits gedruckt war, erhielt ich das im Mai dieses Jahres erschienene Heft des Archives de Biologie p. par E. van Beneden et Ch. van Bambeke (T. XI, fasc. 1), welches folgende Arbeit enthält: H. Keiffer, Recherches sur la structure et le développement des dents et du bec cornés chez Alytes obstetricans. Der Verfasser hat zunächst die schon anderweitig angegebenen Verhältnisse der Kammplatten, der Hornzähne und des Hornschnabels speciell für Alytes obstetricans, von der er nur ein, bereits die Anlage der Hinterbeine zeigendes Stadium untersucht hat, in genauester Weise beschrieben.

Die »Stützzellen« sind vom Verfasser bemerkt und abgebildet, werden aber nur flüchtig erwähnt (p. 69). Die ungemein interessanten Vorgänge ferner, welche für die Verhornung der Zahnzellen beschrieben werden, erlaube ich mir im Nachfolgenden kurz wiederzugeben: Die Verhornung beginnt bei noch ziemlich cylindrisch geformten Zellen, indem sich an der Spitze derselben eine sich mehr und mehr abgrenzende dunkle Zone zeigt. Während sich dann die Zelle verlängert und im oberen Theile löffelförmig wird, rückt jene hornige Platte auf die konvexe (Rücken-) Seite der Zahnzelle und erhält ins Protoplasma vorspringende Rippen, die am Grunde der Zelle weniger, nach oben hin stärker hervorragen. Es sind das jene Rippen, die der Löffel einer ausgebildeten Zahnzelle zeigt, und die die feinen Randzähnchen desselben bilden.

Auf der konkaven Seite der Zelle erscheinen im Protoplasma eingebettete Fäden von derselben Substanz und in derselben Zahl wie die Rippen. Mit diesen letzteren stehen jene Fäden an der Spitze der Zahnzelle in Zusammenhang, nach unten verschmelzen sie mit dem Protoplasmanetz des Zellleibes.

Bei der weiteren Ausbildung wird in Folge der Pressung, die die Zahnzelle erleidet, das Protoplasma aus jenem Horngerüst herausgedrückt und bildet den Körper der Zelle. Die verhornte Partie mit den Rippen bleibt als Löffel zurück, und die Hornfäden der konkaven Seite verschmelzen mit den Rippen. — Mit dieser Darstellung dürfte die von mir oben gegebene Bildung der Randzähnchen bei Alytes und Rana temporaria, die ich freilich nur vom Rücken der Zahnzellen aus studirt und abgebildet habe, nicht im Widerspruch stehen.

Bemerkenswerth erscheint es übrigens, dass Keiffer die Arbeit von Leydig (8) und die beiden Arbeiten von F. E. Schulze (7 und 10) mit keinem Wort erwähnt. Zwar beschäftigen sich dieselben nicht mit den Hornzähnchen von Alytes, aber die Arbeit von van Bambeke (5), die Keiffer seinen Untersuchungen zu Grunde legt, thut das eben so wenig.

Litteraturverzeichnis.

1) Swammerdam, Biblia naturae. T. II. p. 821. Tab. XLIX. 1737—1738.
2) Ant. Dugès, Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différents âges (mit 18 Taf.). in: Mém. pres. à l'Acad. de Sc. Paris. Sc. math. et phys. Tom. VI. 1835. p. 1—216.
3) J. G. Martin Saint-Ange, Recherches anatomiques et physiologiques sur les organes transitoires et la metamorphose des Batraciens (mit 10 Taf.). in: Ann. Scienc. natur. Tom. XXIV. 1831. p. 366—434.
4) C. Vogt, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. 1842. p. 88 ff.
5) Ch. van Bambeke, Recherches sur la structure de la bouche chez les têtards des Batraciens anoures. Des Bulletins de l'Acad. royale de Belgique. 2m série. Tome XVI. 9 et 10. Bruxelles 1865.
6) Kölliker, Verhandlungen der physikal.-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. 1857. Bd. VII. Taf. III, Fig. 32.
7) Fr. E. Schulze, Über cuticulare Bildung und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren. Archiv für mikr. Anatomie von M. Schultze. Bd. V. 1869. Fig. 11—13.
8) Franz Leydig, Über die allgem. Bedeckungen der Amphibien. Archiv für mikr. Anat. von la Valette St. George u. Waldeyer. Bd. XII. 1876. p. 129, 130
9) Semper, Diese Zeitschr. Bd. IX. p. 281.
10) Fr. E. Schulze, Über die inneren Kiemen der Batrachierlarven. I. Mittheilung: Über das Epithel der Lippen, der Mund-, Rachen- und Kiemenhöhle erwachsener Larven von Pelobates fuscus. Aus den Abhandl. der königl. preuß. Akad. der Wissenschaften vom Jahre 1888. Berlin 1888.
11) Héron-Royer et Ch. van Bambeke, Sur les charactères fournis par la bouche des têtards des Batraciens anoures d'Europe. Bulletin de la société zoologique de France pour l'année 1881. Bd. VI.
12) Mary H. Hinckley, On some differences in the mouth structure of Tadpoles of the anoures Batrachians found in Milton Mass. Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. XXI. 1880—1882. Boston 1883.
13) C. Born, Weitere Beiträge zur Bastardirung zwischen den einheimischen Anuren. Archiv für mikr. Anat. von la Valette und Waldeyer. Bd. XXVII. 1886.
14) E. Pflüger, Das Überwintern der Kaulquappen der Knoblauchskröte. Pflüger's Archiv für die ges. Physiologie. Bd. XXXI. Bonn 1883.
15) Johannes Thiele, Der Haftapparat der Batrachierlarven. Diese Zeitschrift. Bd. XLVI.

Erklärung der Abbildungen.

Die Vergrößerungen beziehen sich auf die Mikroskope von Leitz.

Tafel II.

Zu Fig. 1—16: Die in ihrer Mundpartie in Fig. 1—6 abgebildeten Larven sind mit koncentrirtem Sublimat, die in Fig. 7 mit koncentrirter Pikrinsäure, die in Fig. 8—16 mit 2%iger Chromsäure konservirt. Mit Ausnahme der in Fig. 7 und 16 dargestellten sind alle Larven im Aquarium aus dem Ei aufgezogen. — Sämmtliche Präparate sind mit auffallendem Licht gezeichnet, Fig. 7, 13 und 16 mit dem großen Zeichenapparat von Hartnack, die übrigen mit dem Zeichenprisma. — Wo keine andere Vergrößerung angegeben, ist sie eine circa 40fache (Obj. 2, Oc. I). — Das Alter der Embryonen bezieht sich auf die Zeit nach dem Ausschlüpfen.

Fig. 1. Rana temporaria. 2—3tägig. Länge der Larve 7,0 mm (davon 2,5 mm Rumpf).

Fig. 2. Rana temporaria. 3tägig. Länge 7,5 (2,5) mm.

Fig. 3. Rana temporaria. 3—4tägig. Länge 8,0 (3,0) mm; lange äußere Kiemen; Mandibeln noch ohne schwarze Säume.

Fig. 4. Rana temporaria. 4tägig. Länge 9,5 (3,5) mm; die Kiemenfalte beginnt die büscheligen Kiemen zu überwachsen. Mandibeln mit schwarzem Saum.

Fig. 5. Rana temporaria. Circa 8tägig. Länge 9,5 (3,5) mm; die Kiemenspalte beginnt sich an einem Ende zu schließen.

Fig. 6. Rana temporaria. Circa 10tägig. Länge 10,5 (4,5) mm.

Fig. 7. Rana fusca Roes. Länge 23,0 (12) mm. Hinterbeine 4 mm lang. Vergrößerung circa 25fach.

Fig. 8. Hyla arborea. Circa 11tägig. Länge 6,0 (2,5) mm. Mit kurzen äußeren Kiemen.

Fig. 9. Hyla arborea. Circa 12tägig. Länge 6,0 (2,5) mm.

Fig. 10. Hyla arborea. Circa 14tägig. Länge 7,0 (2,8) mm. Kiemen überwachsen, Kiemenspalte noch vorhanden.

Fig. 11. Hyla arborea. Circa 16tägig. Länge 7,0 (3,0) mm. Kiemenspalte geschlossen.

Fig. 12. Hyla arborea. Circa 19tägig. Länge 8,5 (3,5) mm. Mandibeln mit schwarzem Saum.

Fig. 13. Hyla arborea. Circa 3 Monate. Länge 23,0 (11) mm. Beinanlage sichtbar. Vergrößerung circa 20fach.

Fig. 14. Pelobates fuscus. Circa 15tägig. Länge 11 (4) mm. Kiemenspalte geschlossen, Mandibeln mit schwarzem Saum.

Fig. 15. Pelobates fuscus. Circa 28tägig. Länge 12 (5,5) mm. Vergrößerung circa 25fach.

Fig. 16. Pelobates fuscus. Länge 93 (32) mm. Hinterbeine 22 mm lang. Vergrößerung circa 7fach.

Fig. 17—32 Macerationspräparate von Stiftzähnchen von Rana temporaria. Die Vergrößerung ist eine circa 450fache (Obj. 8, Oc. I).

Fig. 17. Isolirtes Stiftzähnchen mit drei Stützzellen.

Fig. 18 und 19. Isolirte Stützzellen.

Fig. 20. Zwei Zahnzellen, deren untere die hyaline Membran des Löffelrandes zeigt; dieselbe hat sich von der Stützzelle losgelöst.

Fig. 21. Vier auf einander folgende Zahnzellen *a—d*.

Fig. 22 und 23. Isolirte Zahnzellen mit hyalinem Löffelrande. *a* Querschnitt.

Fig. 24—28. Fünf verschiedene Stadien, die die Bildung der Randzacken zeigen.

Fig. 29. Unterstes Ende eines Stiftzähnchens.

Fig. 30. Anlage einer Doppelreihe von Zahnzellen.

Fig. 31. Doppelreihe von Zahnzellen, noch ungefärbt und nicht verhornt.

Fig. 32. Doppelzahn.

Fig. 33—45. Macerationspräparate von den Mandibeln der Larven von Rana temporaria.

Fig. 33. Eine Reihe seitlich zusammenhängender Zahnzellen aus der unteren Mandibel einer größeren Larve mit anhängenden Epidermiszellen. Vergrößerung circa 200fach (Obj. 5, Oc. I).

Fig. 34. Äußerste Zahnzelle mit anhängender Epidermiszelle. Vergrößerung circa 200fach (Obj. 5, Oc. I).

Fig. 35. Zahnzelle aus der unteren Mandibel.

Fig. 36. Drei noch wenig verhornte Zahnzellen aus der unteren Mandibel einer kleinen Larve in seitlicher Ansicht.

Fig. 37. Fünf Zahnzellen aus einem Zahnstift der unteren Mandibel.

Fig. 38. Je drei Zellen zweier neben einander liegender Zahnstifte vom Ende der unteren Mandibel.

Fig. 39 und 40. Isolirte Zahnzelle aus der oberen Mandibel von vorn und von der Seite.

Fig. 41. Äußeres Ende einer Oberkiefermandibel.

Fig. 42. Randzellen der oberen Mandibel mit anhängenden Epidermiszellen.

Fig. 43. Ein Stück der oberen Mandibel einer kleinen Larve von den Belegzellen befreit und von der Innenseite angesehen.

Fig. 44. Die beiden mit *a* bezeichneten Zahnstifte der Fig. 43 auf der Außenseite der Mandibel betrachtet.

Fig. 45. Doppelzahnbildung. Die Zelle *a* setzt sich in zwei Reihen nach oben zu fort.

Fig. 35—45 sind circa 450fach vergrößert (Obj. 8, Oc. I).

Fig. 46. Medianschnitt durch eine Kammplatte einer Larve von Rana esculenta. Hämatoxylin. Circa 200/1 (Obj. 5, Oc. I).

Fig. 47—49. Drei Zellen (*a—c*) eines Stiftzähnchens von Rana esculenta. Hämatoxylin. *c'* der obere Theil der Zelle *c*; *x* Kerne der Stützzellen. Circa 450/1. Obj. 8, Oc. I.

Tafel III.

Fig. 50—52. Querschnitte durch Stiftzähnchen von Rana esculenta. Hämatoxylin. *a*, die Stützzellen; *b* die dazwischen liegende Zahnzelle; *d* der Trichter der nächst oberen Zahnzelle. Vergrößerung circa 450fach (Obj. 8, Oc. I).

Fig. 53. Medianschnitt durch eine Kammplatte einer Larve von Pelobates fuscus. Hämatoxylin. Vergrößerung circa 200fach (Obj. 5, Oc. I).

Fig. 54. Querschnitt durch eine Kammplatte einer Larve von Pelobates fuscus. Hämatoxylin. Vergrößerung circa 450fach (Obj. 8, Oc. I).

Fig. 55. Medianschnitt durch eine Kammplatte einer Larve von Rana temporaria. Pikrokarmin. Vergrößerung circa 200fach (Obj. 5, Oc. I).

Fig. 56. Die äußeren Enden von vier Hornzähnchen vom Rücken aus gesehen. Alytes obstetricans. Vergrößerung circa 450fach (Obj. 8, Oc. I).

Fig. 57. Flächenschnitt durch eine Kammplatte von Alytes obstetricans. Hämatoxylin. Vergrößerung circa 450fach (Obj. 8, Oc. I).

Fig. 58. Querschnitt durch eine Kammplatte von Alytes obstetricans, um die selbständige Anlage beider Reihen von Stiftzähnchen zu zeigen. Pikrokarmin. Vergrößerung circa 450fach (Obj. 8, Oc. I).

Fig. 59. Medianschnitt durch die obere Mittelplatte einer 3tägigen Larve von Rana temporaria (Taf. II, Fig. 2). Sublimat, Pikrokarmin. Vergrößerung circa 550fach ($^1/_{12}$ Ölimm., Oc. I). Zahnstift besteht aus zwei Zellen. *a* Stützzelle.

Fig. 60. Schnitt durch untere vordere Mittelplatte einer 4tägigen Larve von Rana temporaria. Sublimat, Pikrokarmin. Vergrößerung circa 450fach (Obj. 8, Oc. I). Zahnstift besteht aus drei Zellen. *a* Stützzelle.

Fig. 61. Schnitt durch die untere vordere Mittelplatte einer 8tägigen Larve von Rana temporaria (Taf. II, Fig. 5). Sublimat, Pikrokarmin. Vergrößerung circa 550fach ($^1/_{12}$ Ölimm., Oc. I). Zahnstift besteht aus fünf Zellen. *a* zwei Stützzellen.

Fig. 62. Schnitt durch die untere mittlere Mittelplatte einer 10tägigen Larve von Rana temporaria. Sublimat, Pikrokarmin. Vergrößerung circa 550fach ($^1/_{12}$ Ölimm., Oc. I). Zahnstift besteht aus sechs Zellen, deren oberste ihren Kern verloren, deren zweite sich über die oberste Stützzelle wölbt.

Fig. 63. Schnitt durch die untere mittlere Mittelplatte einer 11tägigen Larve von Rana temporaria. Sublimat, Hämatoxylin. Vergrößerung circa 550fach ($^1/_{12}$ Ölimm., Oc. I). Zahnstift vor dem Durchbrechen.

Fig. 64. Durchschnitt durch den oberen Theil eines Ringwulstes von Hyla arborea auf dem in Fig. 8, Taf. II abgebildeten Stadium. $2^0/_0$ige Chromsäure, Pikrokarmin. Vergrößerung circa 450fach (Obj. 8, Oc. I). *a* Anlage eines Hornzähnchens in der oberen Mittelplatte; *b* Anlage eines Zahnstiftes in der oberen Mandibel.

Fig. 65. Medianschnitt durch die obere Mandibel einer Larve von Hyla arborea auf dem Fig. 10, Taf. II abgebildeten Stadium. $2^0/_0$ige Chromsäure, Pikrokarmin. Vergrößerung circa 550fach ($^1/_{12}$ Ölimm., Oc. I).

Fig. 66. Medianschnitt durch ein Haftorgan einer Larve von Rana temporaria auf dem Fig. 2, Taf. II abgebildeten Stadium. Sublimat, Pikrokarmin. Vergrößerung circa 200fach (Obj. 5, Oc. I).

Das Genus Gastrodelphys.

Von

Dr. **Joseph Heinrich List,**
Privatdocenten an der Universität Graz.

Mit Tafel IV—VII und 5 Holzschnitten.

Einleitung.

Gelegentlich der Bearbeitung des Annelidengenus Myxicola, worüber ich mir ausführliche Mittheilungen vorbehalte, fand ich auf den Kiemen der in der Adria nicht gerade häufig vorkommenden Myxicola infundibulum Grube einen parasitischen Copepoden, der, wie eine genauere Besichtigung ergab, in das von GRAEFFE (16) aufgestellte Genus der Gastrodelphyidae gehört und eine neue Species darstellt. GRAEFFE (l. c.) beschrieb nur einen einzigen Vertreter des neuen Genus und zwar unter dem Namen Gastrodelphys Clausii. Der Wunsch nun, diesen Parasiten selbst einer genaueren Bearbeitung zu unterziehen, um die Unterschiede der beiden Species aus eigener Anschauung kennen zu lernen, und eine sichere Gattungsdiagnose aufzustellen, wurde durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Dr. GRAEFFE erfüllt, der mir bereitwilligst das von ihm gesammelte Untersuchungsmaterial überließ, wofür ich hier gebührend danke. Leider war dasselbe (ein Theil war mit Osmiumsäure, der andere mit Alkohol behandelt worden) nicht gut konservirt, so dass in den nachfolgenden Blättern, da sich die Unmöglichkeit ergab, frisches Material zu erbeuten, von einer ins Detail gehenden histologischen Bearbeitung dieser Species, wie ich es ursprünglich plante, abgesehen werden musste.

Glücklicherweise konnte ich aber von dem auf Myxicola lebenden Copepoden mehrere lebende Exemplare untersuchen und auf diese Weise die bei der Beobachtung an nur konservirtem Material sich ergebenden Lücken ergänzen.

Gastrodelphys Clausii Graeffe.

Biologisches.

Nach Graeffe (16) lebt Gastrodelphys Clausii als Parasit an den Kiemenfäden der in der Bucht von Muggia bei Triest vorkommenden schönen Sabellide, der Distylia Josephina Grube, mit den Klammerantennen festgeheftet. Wie mir nun Herr Dr. Graeffe brieflich mitzutheilen die Güte hatte, konnte derselbe die betreffende Annelidenform aus Mangel an Vergleichsmaterial nicht genau bestimmen. Nach neuen Untersuchungen steht dieselbe am nächsten der Sabella volutacornis Montagu.

Beschreibung des weiblichen Thieres.

Größe und Körperform.

Das Weibchen hat nach Graeffe eine Länge von $3^1/_2$—4 mm und 3 mm größte Breite am Hinterende des Körpers.

Wie schon Graeffe erwähnt, kann man die Körperform des Weibchens mit der einer Violine vergleichen, indem der hintere, verbreiterte Körpertheil sich nach vorn zu verjüngt, den Hals der Violine darstellend.

Der Körper zerfällt durch Einschnitte in einen aus zwei Segmenten zusammengesetzten, ungefähr trianguläre Form zeigenden Cephalothorax, auf welchen vier Thorakalsegmente folgen, an welche sich der umfangreiche, zur Aufnahme der Eier bestimmte, als Duplicatur zu betrachtende Matricalraum schließt.

Das kurze Abdomen, welches sich an das vierte Thorakalsegment unmittelbar anschließt, besteht aus drei, sich nach hinten verjüngenden Segmenten, wovon sich das letzte gabelt und am Grunde der Gabelung die Afteröffnung enthält. An diese beiden Gabeltheile des dritten Segmentes schließt sich jederseits ein aus zwei Gliedern bestehendes Segment an, die die Äste der Furca darstellen.

An konservirten Thieren kann man stets bemerken, dass das Abdomen vom Matricalraum absteht und mit der Längsachse des Körpers ungefähr einen Winkel von 45° bildet.

Wenden wir uns nun zur Beschreibung der einzelnen Segmente.

Der Cephalothorax, welcher, wie bereits erwähnt, trianguläre Form zeigt, trägt nach Graeffe[1] auf der Rückenseite des zweiten Segmentes das unpaare x-förmige Auge.

Auf der Dorsalseite zeigt der Cephalothorax eine starke Wölbung, welche sich nach beiden Seiten allmählich abdacht, während die Unterseite des vorderen Segmentes etwas ausgebuchtet erscheint (zur Aufnahme der beiden Antennenpaare). Das hintere Segment des Cephalothorax, das sich durch eine starke Einbuchtung vom vorderen deutlich abgrenzt, trägt auf der Ventralseite die Mundtheile.

---

[1] An den mir nur zu Gebote stehenden konservirten Exemplaren konnte von einem Auge nichts wahrgenommen werden.

Der Stirntheil desselben zeigt, von der Rückenseite betrachtet (Taf. IV, Fig. 2), eine etwa vierseitige Platte, welche, wie die Betrachtung von der Ventralseite ergiebt (Taf. IV, Fig. 3 *Stf*), ventralwärts zu in einen eigenthümlich gebildeten Stirnfortsatz endet.

Dieser Stirnfortsatz (Taf. IV, Fig. 5) erscheint, bei Rückenlage des Thieres betrachtet, als ein zwischen den beiden vorderen Antennen liegendes, vorn (am Stirntheile) handhabenförmig verdicktes, nach hinten zu sich verjüngendes und am freien Ende gabelig theilendes Gebilde. Der handhabenförmige Basaltheil des Stirnfortsatzes, der zugleich die vorderste mediane Begrenzung des Cephalothorax bildet, zeigt vorn eine mediane Vorwölbung, die in einer Verdickung des Chitinpanzers begründet ist. Die beiden Seitenkanten des Basaltheiles sind nach hinten zu annähernd gleich gerichtet, so dass die Umgrenzung desselben fast rechteckig erscheint. Die Übergangsstellen der Vorderseite in die beiden Seitenwände sind allerdings nicht eckig begrenzt, sondern abgerundet, und beide Seitenwände sind noch mit seichten Einbuchtungen versehen. Die Oberseite des Basaltheiles ist nicht flach, sondern etwas gewölbt und mit drei sehr zarten, longitudinal verlaufenden Chitinleisten, wovon die mittlere fast median verläuft, versehen. Ferner befinden sich auf der Oberseite (Ventralseite) regelmäßig eine Anzahl von sehr kurzen und stumpfen Chitinstacheln, die auf jeder Seite gleichmäßig vertheilt sind, deren Anzahl aber bei den einzelnen Individuen Schwankungen ausgesetzt ist. Die größte Zahl, die ich einmal beobachten konnte, betrug zehn.

Gegen das freie Ende zu bildet der Basaltheil rechts und links eine mehr oder weniger scharfkantige, etwas nach einwärts gebogene Spitze.

Der Basaltheil des Stirnfortsatzes ist nun jederseits durch eine tiefe Einbuchtung von dem übrigen verjüngten Theile desselben abgegrenzt. Dieser verjüngte freie Theil zeigt im Großen und Ganzen die Form einer mit ihren Spitzen nach hinten gerichteten Gabel. Die beiderseitigen Einbuchtungen sind an dem Basaltheile sowohl als auch am gabeligen Fortsatze durch scharfe Kanten begrenzt. Die beiderseitigen oberen Kanten nähern sich in der Medianlinie des Fortsatzes und bilden eine in derselben verlaufende erhabene Leiste, welche gegen das Ende des freien Fortsatzes sich theilt und jederseits zwei scharfkantige, die Gabelausbuchtung überragende Spitzen bildet. Ungefähr in der Mitte des gabelig auslaufenden Stirnfortsatztheiles erhebt sich jederseits von der medianen Leiste eine nach hinten gekrümmte, scharf dreikantige, zahnartige Hervorragung, deren konvexer, vorderer Theil nach Bildung einer kleinen Einbuchtung sich allmählich der medianen Leiste nähert, während der konkave hintere Theil mit seiner scharfen, bogenförmigen, oberen Kante sich jederseits in der medianen Leiste trifft. Die untere dritte Kante des Zahnes begiebt sich jederseits zur betreffenden Seitenwand der Gabel.

Die Gabel des Stirnfortsatzes endet mit zwei scharfen, schwach **S**-förmig gekrümmten, divergirenden Spitzen. Der Außenrand der Gabel ist äußerst scharfkantig abgegrenzt.

Die dem Thiere zugekehrte Seite (Dorsalseite) des Stirnfortsatzes, der, wie eine Profilansicht lehrt, an Dicke nur etwa ein Drittel des geringsten Breitedurchmessers besitzt, ist vollkommen flach. Die Länge des Stirnfortsatzes (bis zu den gabelig endenden Spitzen gemessen) beträgt 0,2 mm.

Dass der Stirnfortsatz, der sich durch große Beweglichkeit auszeichnet, mit dem hinteren Antennenpaar zur Festhaltung am Wirthe dient, wird bei Besprechung des zweiten Antennenpaares erörtert werden. Außer dem Stirnfortsatze trägt das vordere Segment des Cephalothorax noch die beiden Antennenpaare.

Das erste oder vordere Antennenpaar (Taf. IV, Fig. 3 A_1, Fig. 6) inserirt sich jederseits vom Stirnfortsatze, demselben sehr genähert. Wie schon Graeffe (16) angab, sind die vorderen Antennen fünfgliedrig und gewöhnlich so nach außen gerichtet, dass sie mit einander (den Stirntheil des Cephalothorax als Scheitel gerechnet) nahezu einen rechten Winkel bilden. In der Regel sind die beiden ersten Glieder, sehr häufig auch das dritte, letzteres nur zum Theil oder auch ganz, von den Seitentheilen des Cephalothorax, die sich, wie bereits erwähnt, nach der Ventralseite etwas einwölben, überlagert.

Die Insertion mit dem Cephalothorax wird durch das erste oder Basalglied hergestellt, welches, von außen betrachtet, nach der Vorderseite hin annähernd geradlinig vom zweiten Gliede abgegrenzt ist, nach der Hinterseite zu einen bogenförmigen, mit verschiedenen Einkerbungen versehenen Umriss zeigt.

Isolirt man nun die Antennen vom Cephalothorax, was mit feinen Nadeln unter der Präparirlupe leicht von statten geht[1], so bemerkt man, dass die Verbindung des Basalgliedes mit dem Cephalothorax auf folgende Weise zu Stande kommt.

---

[1] An den mit Osmiumsäure behandelten Thieren ging die Isolation besonders leicht.

Schon von der Außenseite betrachtet, sieht man eine längs des unteren und hinteren Randes des Basalgliedes auf dessen Innenseite verlaufende wulstförmige Integumentverdickung, welche an der vorderen unteren[1] Seite umschlägt und nach Bildung eines Bogens etwa in der Mitte der Hinterseite des Basalgliedes wieder mit der früheren Verdickung zusammentrifft. Auf diese Weise ist an der Innenseite des Basalgliedes die Basis des zur Insertion mit dem Cephalothorax dienenden Fortsatzes (Taf. IV, Fig. 6 *C*) des Basalgliedes markirt. Dieser kegelstumpfartige Fortsatz kann als ein mit dem Basalgliede und dem Cephalothorax verschmolzenes Coxalglied betrachtet werden.

Das zweite Antennenglied ist das größte, und nicht, wie GRAEFFE angiebt, das vierte. Der Umriss dieses Gliedes erscheint trapezoidartig mit abgerundeten Ecken. Die Begrenzungsseite mit dem Basalgliede und die nach oben[1] gekehrte Kante sind die längsten Seiten. Alle vier Seiten des Gliedes zeigen verschiedene sanfte Einbuchtungen. Sowohl das zweite Glied als auch das Basalglied zeigt eine Wölbung nach einwärts. Diese Wölbung rührt zum Theil davon her, dass die beiden Glieder auf der unteren Seite einen stärkeren Dickendurchmesser besitzen, welcher gegen die Oberseite allmählich abnimmt, so dass beide Glieder oben kantig zulaufen. Diese Kanten erfahren dann durch weiter unten zu besprechende Einrichtungen noch eine weitere Komplikation.

Während nun das erste und zweite Antennenglied eine auffallende Verbreiterung zeigen, erscheint das dritte Glied kaum halb so breit als das zweite. Dasselbe setzt sich durch eine breite Furche vom vorhergehenden Gliede ab, was, wie wir später sehen werden, mit der größeren Beweglichkeit dieses Antennentheiles im Zusammenhang steht. Das dritte und auch die folgenden zwei Glieder zeigen Kegelstutzform, d. h. sie haben eine verbreiterte Basis und ein verjüngtes Ende. Das vierte Glied erscheint unter den drei verjüngten Antennengliedern als das längste, das fünfte (Endglied) endet abgestutzt und etwas vorgewölbt.

So kann man an dem ersten Antennenpaare einen verbreiterten, aus zwei Gliedern bestehenden Basaltheil und einen aus drei Gliedern sich zusammensetzenden, stark beweglich eingelenkten, schwach S-förmig gekrümmten, verjüngten Endtheil unterscheiden.

Das Chitinintegument, welches die vorderen Antennen umkleidet, besitzt eine ziemliche Dicke. Dieselbe ist nicht an allen Stellen der Antenne von gleicher Mächtigkeit. Wenn man eine vordere Antenne von der Außenseite betrachtet (Fig. 6), bemerkt man, dass das Chitinintegument an dem, dem Thiere zugekehrten unteren[1] Theile der Antenne mächtiger ist, als am oberen. Und zwar ist die größte Mächtigkeit der Chitinlage stets am verjüngten dreigliedrigen Antennentheile zu beobachten, und besitzt das erste Glied desselben stets die größte Dicke am unteren Theile. Die Dicke beträgt daselbst circa 7 μ. An dem übrigen Umfange der Antennenglieder wird das Chitinintegument dünner und beträgt oft kaum die Hälfte der am unteren Theile vorhandenen Dicke.

---

[1] Bei Betrachtung der Antenne von der Ventralseite des Thieres.

Wie schon oben erwähnt, zeigen das Basal- und zweite Glied die obere Seite kantig begrenzt. Diese Kanten, welche, wie besonders die des Basalgliedes, zahlreiche kleine Einkerbungen besitzen, kommen dadurch zu Stande, dass das Chitinintegument daselbst wieder mächtiger wird und, von der Außen- und Innenseite sich nähernd, daselbst verschmilzt. So werden die oberen Seitenkanten des ersten und zweiten Gliedes von einer massiven, am Rande zu einer Schneide sich zuschärfenden Chitinlamelle gebildet.

Die einzelnen Antennenglieder sind mit Chitinborsten bez. -Haaren in sehr verschiedener Weise versehen.

An dem kegelförmig abgestutzten Endgliede erhebt sich von der Spitze ein Büschel von oft mehr als sechs Chitinborsten, die nach den verschiedensten Richtungen aus einander gehen und von denen mehrere die Länge des Gliedes oft um das Dreifache übertreffen. Das vierte Glied trägt nur eine, dass dritte zwei Chitinborsten. Besonders reichlich besetzt mit Chitinborsten ist aber das zweite Antennenglied. Nicht nur, dass auf der verbreiterten Außenseite bis fünf nach verschiedenen Richtungen gekrümmte Chitinborsten vorhanden sind, zeigt sich besonders der obere kantige Seitentheil mit Borsten verschiedener Art besetzt. So sieht man an der hinteren[2] abgerundeten Ecke außen und innen mehrere stark divergirende Borsten abgehen und an der Außenseite der oberen Kante kann man eine zweite Art von Borsten bemerken, die sich durch einen starken, doppelten Kontour auszeichnen. Diese Borsten erscheinen wie die Flamme einer Kerze, und ich will dieselben auch Flammenborsten nennen (Fig. I). Die Achse einer solchen Borste, den Hohlraum einer gewöhnlichen Chitinborste zeigend, ist eine Fortsetzung der Innenwand des die obere Antennengliedkante bildenden Chitinintegumentes, während die flammenartige

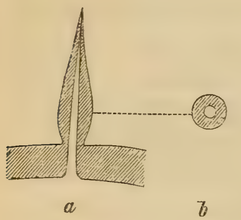


Fig. I. Flammenborste im optischen Durch- (*a*) und Querschnitte (*b*).

---

[1] Das Thier auf der Rückenseite liegend gedacht.

[2] Die natürliche Lage der Antenne gedacht.

Außenwand der Borste von der Außenseite des Chitinintegumentes gebildet wird. Die Flammenborsten sind demnach auch nichts Anderes als eigenthümlich geformte Ausstülpungen des Chitinintegumentes, eben so wie die gewöhnlichen Haare und Borsten.

Wie am zweiten Gliede, so ist auch am Basalgliede die obere Kante mit solchen Flammenborsten besetzt. Ich konnte bis zu vier dieser Borsten auf der betreffenden Kante bemerken.

Die Beweglichkeit des verjüngten, vom Basaltheile scharf getrennten Endtheiles der Antenne muss eine ganz besondere genannt werden. Dies beweisen die auffallend starken Muskelbündel, welche vom Basal- bez. vom Coxalgliede zur Basis des dritten Gliedes ziehen. Zwei starke Muskelbündel (Taf. IV, Fig. 6 *m*) gehen zum oberen, ein sehr starkes Muskelbündel zum unteren Basalende des dritten Gliedes.

Die Länge einer vorderen Antenne an einem der größten mir zugänglichen Exemplare betrug 0,4 mm.

Das zweite oder hintere Antennenpaar inserirt sich jederseits von der Unterlippe, am Beginne derselben.

Wie bei allen parasitischen Copepoden das zweite Antennenpaar zu einem Klammerorgane, vermittels welchem sich dieselben am Wirthe festhalten, umgebildet ist, so auch bei Gastrodelphys.

Die hinteren Antennen sind viergliedrig (Taf. IV, Fig. 7). Das erste Glied ist das längste und inserirt sich an einer Einbuchtung des Cephalothorax mit starken Muskelbündeln.

Die übrigen drei Glieder sind stets knieförmig gegen das erste Glied eingebogen. Während das erste Glied noch keine besonders auffälligen Einrichtungen für den Gelenksmechanismus zeigt, besitzt das zweite Glied, welches bedeutend schmächtiger und etwa um ein Drittel kürzer als das erste ist, eine Bauart, vermöge welcher es zu einer außerordentlichen Beweglichkeit befähigt erscheint.

An der Innenseite[1] dieses Gliedes findet sich zur Einlenkung mit dem ersten Gliede ein scharf ausgeprägter, zahnartiger Vorsprung (Fig. 7 ∗), welcher in eine entsprechende Ausbuchtung des ersten Gliedes hineinragt. Wieder nach auswärts findet sich eine Ausbuchtung, welche durch eine Chitinleiste von einer kleineren Ausbuchtung auf der Außenseite des Gliedes abgegrenzt ist. Die erstere größere Ausbuchtung gehört einem stumpf kegelförmigen Fortsatze des zweiten Gliedes an, welcher in eine entsprechende Vertiefung des ersten Gliedes zu liegen kommt und besonders an völlig ausgestreckten Antennen auf das deutlichste beobachtet werden kann. Der erwähnte zahnartige

---

[1] Als Innenseite die bei der Lage der beiden Antennen einander zugekehrten Seiten bezeichnet.

Vorsprung wird bei einer Bewegung offenbar wie ein Gelenk wirken, um welches die Drehung des knieförmig abgebogenen Antennentheiles um das Basalglied zu Stande kommt.

Die Chitinleiste selbst, an derem zum Basalgliede sich begebenden Ende sehr starke Muskelbündel sich inseriren, wird nicht nur als Hemmungsvorrichtung beim Beugen des betreffenden Antennengliedes, sondern besonders zum Hervorschnellen desselben dienen. Dass die durch die besprochenen Einrichtungen bewirkte große Gelenkigkeit des abgebogenen Antennentheiles für das Thier zur Ergreifung des Wirthes wichtig ist, ist einleuchtend[1].

An der Einlenkungsstelle des zweiten mit dem dritten Gliede finden sich am zweiten Gliede ebenfalls mehrere Einrichtungen vor, welche zur größeren Beweglichkeit der nachfolgenden Glieder dienen. Auf der Innenseite der besprochenen Stelle geht das zweite Glied ebenfalls in eine scharfe, in der Profilansicht zahnartig erscheinende Kante aus (Taf. I, Fig. 7 **), auf welche nach auswärts eine Einbuchtung folgt, in welche ein entsprechender Höcker des dritten Gliedes einlenkt. Auf diese Einbuchtung folgt nach auswärts wieder eine höckerartige Hervorragung, die in eine schwache Einbuchtung des dritten Gliedes einlenkt. Diese stumpfkegelige Hervorragung des zweiten Gliedes ist von dem übrigen, mit dem dritten Antennengliede gelenkig verbundenen Theile durch einen scharfen Kontour, welcher nach außen verläuft und, bevor er noch die Außenseite erreicht, einen gegen das dritte Glied gerichteten Vorsprung bildet, abgegrenzt. Der scharfe, durch diese Ausbuchtung charakterisirte Kontour rührt davon her, dass er den erhabenen, vom vertieften (in Fig. 7 mit *** bezeichnet), mit dem dritten Gliede gelenkig verbundenen, Antennentheile trennt.

Durch die besprochenen Einrichtungen wird offenbar eine außerordentliche Beweglichkeit des auf das zweite Glied folgenden Antennentheiles ermöglicht. Denn die auf der Innenseite des zweiten und dritten Gliedes vorhandene Bildung wird wie ein Charnier wirken, um welche die Drehung des dritten und vierten Gliedes zu Stande kommt. Weiter wird eine möglichst weitgehende Beugung dieses Antennentheiles dadurch ermöglicht, dass der vertiefte Theil des zweiten Gliedes bis zum Kontour (also bis zur Abgrenzung vom erhabenen Antennentheile) in die Bewegungsbahn mit einbezogen werden kann. Das dritte Antennenglied ist kurz, kaum so lang als breit und zeigt auf der Innen- wie Außenseite eine Vorwölbung.

---

[1] Bei Gastrodelphys Clausii konnte ich die Bewegungen des zweiten Antennenpaares nicht beobachten, da ich kein lebendes Material bekommen konnte. Wohl aber bei Gastrodelphys Myxicolae nov. spec.

Das vierte Glied (Endglied) ist länger als das dritte, ist nach innen gekrümmt, und sich allmählich verjüngend, trägt es am Ende die aus drei spitzen Krallen sich zusammensetzende Klaue. Die Gelenkverbindung des Endgliedes mit dem dritten Gliede ist wieder in der Weise hergestellt, dass das erstere einen allerdings sehr schwachen Höcker in eine entsprechende Einbuchtung des letzteren schickt. Es wird auf diese Weise eine allerdings sehr geringe Bewegung beider Glieder ermöglicht sein.

Bevor ich nun die weitere, interessante Differenzirung des Endgliedes schildere, muss ich noch einer Einrichtung gedenken, welche sowohl dem dritten wie dem Endgliede eigenthümlich ist.

An der Übergangsstelle der Innen- zur Außenseite erstreckt sich von der Mitte des dritten bis um das gleiche Stück in das vierte Glied eine kammförmige, erhabene Chitinbildung (Taf. IV, Fig. 7*K*), deren etwas gekrümmte Zähne quer zur Längsachse der Glieder und zu einander gleich gerichtet sind, und deren Spitzen frei gegen die Außenseite der Antenne hervorragen.

Gegen die beiden Enden dieser kammförmigen Bildung verkürzen sich die Zähne, während sie gegen die Mitte zu allmählich größer werden. Diese Bildung ist an den in der natürlichen Lage sich befindenden Antennen an der einander abgekehrten Seite angebracht.

Über die Bedeutung dieses Chitinkammes kann ich nur eine Vermuthung äußern. Jedenfalls dient derselbe mit seinen scharfen, gekrümmten Zähnen als Organ zum Festhalten der Beute. Etwas einwärts von dem Chitinkamme liegt sowohl am dritten wie am vierten Gliede, von den Zähnen überdeckt, ein scharfkontourirtes 4 μ im Durchmesser zeigendes Loch im Chitinintegumente (Fig. 7 *Oe*). Vielleicht sind dieselben Ausführungsöffnungen von Drüsen. Der Basaltheil des Endgliedes setzt sich mittels eines scharfen Kontours, der nach vorn zwei Höcker bildet, von einem vertieften, als Bewegungsbahn für die folgenden Theile des Endgliedes bestimmten Antennentheile ab. Auf diesen vertieften Antennentheil folgen nun drei von einander deutlich geschiedene Chitinstücke, die auch Graeffe (16) schon beobachtete.

Zwei dieser in der Profilansicht drei- oder vierseitig mit abgerundeten Ecken erscheinende Chitinstücke liegen an der konvexen Außenseite (Fig. 7, 8 α, β), das dritte (Fig. 8 γ) auf der Innenseite des Antennentheiles. Die Anordnung der Chitinstücke wird Einem erst klar, wenn man den betreffenden Antennentheil von der konvexen Außenseite betrachtet (Taf. IV, Fig. 10). Daselbst erscheinen dann die beiden Chitinstücke so an einander gelagert, dass ihre Längsachse quer gerichtet ist. Die Stücke sind derartig abgerundet, dass sie sich mit ihren Gelenkflächen sehr leicht gegen einander bewegen können. Diese Einrichtung dient offenbar dazu, dem sich daran schließenden Klauengliede eine ähnliche Bewegung zu ertheilen, wie sie die Metacarpalknöchelchen in der Hand der Wirbelthiere den Fingern ertheilen.

Der Basaltheil des vierten Gliedes geht nun an der Innenseite (an der Fortsetzung des früher erwähnten Kontours) in einen Fortsatz aus (Fig. 7 *Sst*, 8), der an den meisten isolirten Antennen als ein gebogener, am Ende abgerissener, chitiniger Fortsatz erscheint.

Auch Graeffe (16) kam über dieses Gebilde nicht ins Klare. Er sagt, man bemerke am Endgliede einen dünnen griffelförmigen Fortsatz, welcher von der unteren Ecke des Klauengliedes in Opposition mit den Krallen abgehe.

Ich selbst konnte mir lange keine Antwort über die Bedeutung dieses gebogenen Chitinfortsatzes geben, bis es mir einmal gelang, eine völlig intakte Antenne zu isoliren.

Der erwähnte Chitinfortsatz entpuppte sich nun als der Stiel zu einem Saugnapfe, welcher am Ende desselben aufsitzt (Taf. IV, Fig. 8, 9). Die Länge des Saugnapfstieles ist ziemlich bedeutend, sie betrug an einem Exemplare 61 μ, die Dicke 5,7 μ. Die Saugscheibe selbst (Fig. 9 *S*) hatte einen Durchmesser von 7 μ und zeigte in der Mitte eine scharf kontourirte, kreisförmig begrenzte Aushöhlung. Die Basis des Saugnapfstieles wird aber nicht allein vom besprochenen Chitinfortsatze des Basaltheiles des Endgliedes gebildet. Es geht nämlich von dem auf der Innenseite der Antenne gelegenen dritten Chitinstücke (Fig. 7, 8 γ) ein verbreiterter Chitinfortsatz ab, welcher mit dem früher besprochenen, vom Basaltheile des Endgliedes entspringenden, alsbald verschmilzt (Fig. 9).

Das Ende des Saugnapfstieles, welchem der Saugnapf aufsitzt, fand ich an dem isolirten Exemplare eingebogen.

Auf die besprochenen Chitinstücke folgt der klauenförmig eingebogene, in drei spitze Krallen ausgehende Endtheil des vierten Antennengliedes. Die mittlere dieser drei stark eingekrümmten Krallen ist die größte und am stärksten ausgebildete.

An der Außen- und Innenseite der Antenne, insbesondere an ersterer Seite, bemerkt man an Profilansichten (Fig. 7, 8), vom zweiten Gliede bis zur Klaue sich erstreckend, eine saumartige Chitinwucherung, welche mit verschiedenen Einkerbungen versehen ist. Dieselbe ergiebt sich als eine an der betreffenden Seite besonders mächtig werdende Chitinverdickung der betreffenden Antennenglieder.

An der Innenseite kann man dieselbe nur als schmalen, stark lichtbrechenden Saum längs des dritten und vierten Gliedes beobachten.

Diese lokale Chitinverdickung, die an der Außenseite des dritten und vierten Gliedes am mächtigsten entwickelt erscheint, bildet für diese Glieder gewissermaßen eine starke Außenkante, die für die Stärke des betreffenden Antennentheiles besonders wichtig erscheint. Die Länge einer ausgestreckten hinteren Antenne beträgt 0,4 mm. Das zweite Antennenpaar, welches, wie bei den übrigen parasitischen Copepoden, so auch hier, zu einem typischen Klammerorgane ausgebildet erscheint, ist mit Muskeln reich versorgt.

Insbesondere ist es das erste und zweite Glied. Durch das dritte und vierte Glied zieht nur ein Muskel, welcher an der Gelenkverbindung des Basalgliedes und des zweiten Gliedes entspringt und sich am Klauengliede inserirt.

Mit welcher Kraft das hintere Antennenpaar bewegt wird, konnte ich an lebenden Exemplaren von Gastrodelphys Myxicolae nov. spec. beobachten. Die Schnelligkeit, mit welcher der von den Kiemen gelöste Copepode die Antennen bewegte, war eine solche, dass das Hervorschnellen derselben kaum bemerkt werden konnte.

Wie schon Graeffe (16) bemerkt, liegen die Antennen in der Ruhelage des Thieres gewöhnlich über dem Stirnfortsatze, denselben von rechts nach links (rechte Antenne), bez. umgekehrt (linke Antenne) umgreifend, und zwar liegt die rechte Antenne in der Regel vor der linken.

Dass die hinteren Antennen in Folge ihrer Bauart als die Hauptanheftungsapparate des Thieres fungiren, konnte ich an Gastrodelphys Myxicolae deutlich beobachten. Das Thier schnellt gewissermaßen die Antennen gegen die Kiemenfäden und heftet sich mit denselben, den Stirnfortsatz mit als Haken benutzend, an.

Ehe ich die Beschreibung des zweiten Antennenpaares verlasse, muss ich noch einer Einrichtung im Chitinpanzer gedenken, welche dazu dient, das Knie der beiden Antennen, das sich jederseits durch die Knickung des Basalgliedes mit den übrigen Gliedern ergiebt, aufzunehmen. Unter dem Stirnfortsatze bemerkt man, in der Medianlinie des Körpers verlaufend, eine erhabene Chitinleiste (Fig. 11), welche bis unter die Oberlippe zieht, sich daselbst theilt, und deren Theile unter Bildung eines Bogens jederseits sich wieder nach vorn zur Medianleiste begeben.

Die Leiste selbst ist in der Medianlinie und an beiden sich gabelnden Bogen, die dort, wo die Leisten wieder nach vorn ziehen, eine höckerartige Anschwellung zeigen, am mächtigsten, verjüngt sich dann aber rasch an den sich zur Medianleiste begebenden Theilen. Diese mediane Leiste und die sich von ihr theilenden Bogen schließen jederseits eine Einbuchtung des Chitinpanzers ein, in welcher das Knie des zweiten Antennenpaares Aufnahme findet.

Auf dem zweiten Segmente des Cephalothorax, das sich durch eine seitliche Einbuchtung jederseits deutlich vom ersten abgrenzt, sind die Mundtheile entwickelt.

Dieselben setzen sich zusammen aus einer ein kurzes Rostrum bildenden Ober- und Unterlippe, ein Paar Mandibeln und zwei Paar sehr verkümmerten Maxillarfüßen (Fig 16).

Wie schon Graeffe (l. c.) erwähnt, wird der vorderste Theil von der Oberlippe (*Ol*) gebildet, welche eine Chitinmembran vorstellt, die auf einem bogenförmigen Chitinrahmen ausgespannt erscheint. An den seitlichen Ursprungsstellen (*u*) biegt sich die Chitinspange jederseits etwas aus.

Die Unterlippe (*Ul*) bildet eine eben solche etwa mondsichelartige Chitinmembran, welche vorn ebenfalls von einer bogenförmigen Chitinleiste abgegrenzt ist. Beiderseits bildet die Unterlippe an ihren Ursprungsstellen eine starke Einbuchtung und hebt sich auf diese Weise von dem Chitinpanzer scharf ab. An den Seitenrändern verschmelzen Ober- und Unterlippe mit einander und bilden auf diese Weise einen kurzen Saugrüssel.

Graeffe (l. c.) erwähnt ferner, dass sich von der Oberlippe ein dornförmiger Fortsatz nach vorn erstrecken soll. Er sagt nämlich l. c.: »Die beiden Schenkel der gebogenen Chitinspange der Oberlippe verbindet einwärts eine bügelartige Chitinleiste, von deren Mitte ein großer dornförmiger Fortsatz nach oben bis in die Gegend des umgeschlagenen Stirnrandes ragt.« Dies ist ein Irrthum Graeffe's. Was Graeffe als dornförmigen Fortsatz der Oberlippe deutet, ist in der That nichts Anderes als die in der Medianlinie verlaufende und schon früher beschriebene Chitinleiste, welche die beiden Ausbuchtungen begrenzt, in welche das Knie des zweiten Antennenpaares zu liegen kommt.

An der Basis grenzt sich die Unterlippe durch die bereits erwähnten seitlichen Einbuchtungen ab, deren Rand sich dann jederseits nach vorn und einwärts begiebt und nach Bildung eines kleinen Bogens wieder nach rückwärts läuft, so dass auf diese Weise auf jeder Seite eine fingerförmige Chitinverdickung der Unterlippe gebildet wird.

Bei tieferer Einstellung des Tubus kann man in der Tiefe ein Chitingerüst beobachten (*Chg*), welches, wie Schnitte lehren, nur die Chitinauskleidung des Pharynx und Ösophagus ist. Zwei starke Muskelbündel (Taf. IV, Fig. 16 *m*; Taf. V, Fig. 19 m_1) gehen von dieser chitinigen Membran aus und inseriren sich, am Ende sich verbreiternd, am Rande der Unterlippe.

Die Bewaffnung des Schlundes bilden zwei Mandibeln (Fig. 16 *Md*, 17).

Dieselben sind abgeflachte, im Großen und Ganzen S-förmig gekrümmte, an der Basis verbreiterte und mit dem verjüngten Ende etwas eingebogene Stechborsten, die gegen die Fläche etwas eingekrümmt erscheinen und deren verjüngter, knieförmig abgebogener Endtheil mit einer Reihe scharfer, an der Spitze hakenförmig gekrümmter Zähne, deren Zahl in der Regel zwölf beträgt, besetzt ist. Gegen das spitze, eingekrümmte Ende der Mandibel werden die Zähne auch allmählich kleiner.

Die Zähne der beiden Mandibeln sind gegen einander gekehrt, und werden bei Bewegung der letzteren offenbar wie eine Säge wirken.

Die Länge der gezähnelten Lade beträgt 30 μ.

Maxillen konnte ich nicht auffinden.

Wohl aber sind noch auf der Außenseite des zweiten Segmentes zwei Paare von Gebilden zu beobachten, die als rudimentäre Maxillarfüße (Maxillipeds) zu deuten sein dürften (Fig. 16 Mf_1, Mf_2).

Das erste Maxillarfußpaar (Taf. IV, Fig. 16 Mf_1; Taf. VI, Fig. 5 Mf_1)[1] stellt zwei auf je einer rundlich ovalen etwas vorgewölbten Chitinplatte (B_1, in der betreffenden Figur punktirt gezeichnet), die wohl als Basalglied des Maxillarfußes gedeutet werden muss, beweglich eingelenkte, gekrümmte, und in zwei sanft zugespitzte Klauen endende Glieder dar. Jedes Klauenglied trägt an der Basis eine starke Chitinborste als Taster.

Das zweite Maxillarfußpaar (Taf. IV, Fig. 16 Mf_2; Taf. VI, Fig. 5 Mf_2) stellt nur ein kurzes, stummelförmiges, schwach gekrümmtes, ebenfalls auf einer ovalen, beiderseits nach außen verlängerten und an der Basis verbreiterten Chitinplatte (B_2, in der Fig. punktirt gedeutet; vgl. auch Taf. VI, Fig. 5 B_2), die vorgewölbt erscheint und wohl auch als Basalglied zu deuten ist, gelenkig verbundenes Klauenglied dar.

Graeffe (l. c.) sagt über die Mundtheile Folgendes:

»Innerhalb der Mundöffnung dieses kurzen, unvollständigen Saugrüssels sieht man ein Mandibelpaar. Dieser Oberkiefer besteht aus einer gezähnelten Lade oder Stechborste, die knieförmig mit einem **S**-förmigen Mandibularstück verbunden ist. Ein weiteres längliches Basalstück schließt sich diesem an.

---

[1] Im Verlaufe dieser Untersuchung habe ich es oftmals als großes Hemmnis empfunden, dass mir frisches Material, an welchem man allein nur Details studiren kann, nicht zu Gebote stand. Erst, nachdem diese Arbeit fast vollständig fertig gestellt war, gelang es mir, lebende Exemplare von Gastrodelphys Myxicolae zu erhalten. An diesen konnte ich über die verschiedenen Mundtheile vollkommen ins Klare kommen. Ein Vergleich mit denjenigen von Gastr. Clausii ergab, dass in der Bauart große Übereinstimmung herrscht, und so konnte ich die Lücken, die sich bei der Beobachtung an nur konservirtem Material ergaben, durch das Studium an frischen Exemplaren — freilich einer anderen Species — ergänzen. Im Nachfolgenden wird öfter auf die, die Anatomie von Gastr. Myxicolae darstellenden Figuren verwiesen werden.

Die Mandibularlade, welche ganz die Form der Stechborste der Siphonostomen besitzt, hat an der Spitze einige nach vorn gerichtete Zähnchen, während die übrigen nach rückwärts gerichtete und hart an einander stehende Zähne darstellen. Die ganze Lade ist sehr klein, nur 0,008 mm groß. Das Maxillenpaar scheint gänzlich verkümmert zu sein, in so fern man nicht das länglich viereckige Basalstück der Mandibel als einen Rest derselben deuten will.

Eben so sind die Maxillarfüße nur im verkümmerten Zustande vorhanden. Das eine, wohl das erste Paar, stellt ovale, nach unten zugespitzte Chitinplatten dar, die zu beiden Seiten der Unterlippe stehen und einen kleinen borstenförmigen Fortsatz (Taster) an dem äußeren breiteren Theile desselben tragen. Als zweites Paar der Maxillarfüße kann man ein schildförmiges Chitinstück deuten, das am inneren Winkel einen kleinen zahnartigen Fortsatz trägt und etwas unter dem ersten Paare am Grunde der Mundtheile liegt. Immerhin bleibt die Deutung dieser Chitintheile als Maxillarfüße zweifelhaft, ihrer weit gediehenen Verkümmerung wegen. Das Gesammtbild der Mundtheile ist das von Saugenden, mit Stechborsten versehenen, wahrscheinlich um die Gefäße der Kiemenfäden anzubohren und das Blut des Wurmes einzunehmen.«

Wie man aus dieser Darstellung ersieht, ist GRAEFFE der Wahrheit ziemlich nahe gekommen, wenn ihm auch einzelne Details, wie z. B. der Bau des ersten Maxillarfußpaares unbekannt blieb.

Der Ansicht GRAEFFE's, dass das Gesammtbild der Mundtheile das des Saugenden und Stechenden ergiebt, schließe ich mich vollends an.

Auf den Cephalothorax folgen die vier an Breite allmählich zunehmenden Thorakalsegmente.

Das erste Thorakalsegment, welches auch das längste ist, ist durch einen kurz halsförmigen Einschnitt vom Cephalothorax abgegrenzt. GRAEFFE (l. c.) erwähnt darüber Folgendes:

»Hinter dem Cephalothorax ist eine starke Einschnürung des Körpers, welcher eine Art Hals folgt, aus einem fußlosen Thorakalsegmente bestehend, das seitlich 3—4 Runzeln zeigt, wie wenn eine Anzahl Segmente hier verschmolzen wären.«

Das ist ein Irrthum GRAEFFE's. Der Hals zeigte an den von mir untersuchten Exemplaren nie jene Länge und jene seitlichen Runzeln, wie sie GRAEFFE abbildet. Dieser sogenannte Hals gehört zum ersten

Thorakalsegmente und stellt nicht selbst ein fußloses Thorakalsegment dar, wie GRAEFFE behauptet.

Alle vier Thorakalsegmente tragen Ruderfußpaare, und nicht, wie GRAEFFE erwähnt, nur drei.

Sämmtliche Thorakalsegmente sind, wie schon GRAEFFE erwähnt, seitlich in Höcker ausgezogen. Am ersten sind dieselben am stärksten entwickelt und gehen auf der Dorsalseite (Taf. IV, Fig. 2) in einen wulstförmigen Kragen über. Alle Thorakalsegmente sind sowohl auf der Ventral- wie auf der Dorsalseite durch deutliche Furchen von einander getrennt.

Knapp an der halsartigen Verjüngung mit zwei Chitinleisten (Fig. 12 *a*) beginnend, trägt das erste Thorakalsegment in der Medianlinie der Ventralseite einen eigenthümlichen, bei keiner bekannten Copepodenform so merkwürdig ausgebildeten, sogenannten ZENKERschen Bauchwirbelkörper (Fig. 12)[1].

GRAEFFE (l. c.) beschreibt diese Bildung folgendermaßen:

»Es findet sich nämlich zwischen den Ruderfüßen (erstes Paar) eine der konvexen Krümmung der Bauchfläche folgende Chitinleiste, welche mit zwölf starken dreieckigen Zähnen, die frei nach abwärts ragen, besetzt ist. Die Zähne sind alle gleich groß und stehen in einer regelmäßigen Reihe, je sechs links und rechts, während in der Mitte eine kleine Lücke sich befindet. Von den Enden dieser Chitinleiste gehen noch zwei Chitinstäbe nach oben in das halsförmige erste Thorakalsegment, wo sie sich in der Mitte einander bis zur Verbindung nähern. Über dieser Stelle bemerkt man noch zwei kleine längliche Verdickungen, die so gestellt sind, dass mit den unteren Chitinstäben die Form des Kreuzes sich bildet.«

Wenn gleich diese Beschreibung im Großen und Ganzen zutrifft, so dürfte es doch am Platze sein, diese merkwürdige Bildung etwas eingehender zu erörtern.

Wie bereits erwähnt, beginnt dieselbe knapp an der halsartigen Verjüngung des ersten Thorakalsegmentes mit zwei kurzen Chitinleisten (Fig. 12 *a*), welche gegen einander ziehen, ohne aber in der Medianlinie zusammenzustoßen. Daselbst biegen sie aber rasch um, und bogenförmig nach hinten und auswärts ziehend, schließen sich diese beiden Schenkel durch eine quere, bogenförmige Chitinleiste nach hinten ab, so dass auf diese Weise ein dreiseitiger, vorn offener und nach allen

---

[1] Der Name Bauchwirbel stammt von ZENKER (34) her, der die ventralen Verdickungen des Chitinpanzers mit diesem ganz passenden Ausdruck bezeichnete. — E. HAECKEL (17) nannte späterhin ähnliche Bildungen bei den Corycaeiden Mittelstücke der Bauchpanzerschienen.

Seiten ausgebogener Chitinrahmen entsteht, dessen Basis am höchsten ist und dessen Schenkel gegen die Spitze allmählich an Höhe abnehmen.

Dieser dreiseitige Chitinrahmen umschließt eine schwach vorgebuchtete Fläche des Integumentes.

Die Basis des Chitinrahmens, die eine Länge von 0,17 mm erreicht, stellt eine konvex vorspringende breite Leiste dar, welche nach außen in eine Reihe nach hinten gerichteter, scharf gekrümmter Zähne übergeht, deren Zahl zwischen 12 und 13 schwankt.

Die Zähne, die eine Länge von 61 μ besitzen, sind in der Regel wenigstens, wie schon Graeffe angiebt, derart gerichtet, dass bei der Zwölfzahl, die vorherrscht, rechts und links sechs Zähne zu stehen kommen, die dann symmetrisch angeordnet sind, bez. symmetrisch nach hinten divergiren und in der Medianlinie durch einen größeren Zwischenraum getrennt sind.

Nicht selten kommt es vor, dass die beiden mittleren Zähne gegen einander konvergiren (vgl. Fig. 12). Die Zähne selbst, die Lanzenspitzenform zeigen, sind nicht solid, sondern ausgehöhlt, und, wie Schnitte ergeben, erstreckt sich die Matrix auch in die Zähne hinein (vgl. Holzschnitt). An der Basis, gleich am Ursprunge von der Chitinleiste, sind die Zahnränder etwas verdickt.

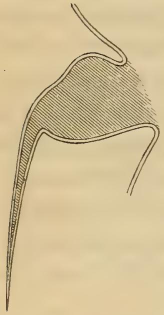


Fig. II. Bauchwirbelkörper im Längsschnitte. 350/1.

Klarheit über diesen Bauchwirbelkörper verschaffen erst Schnitte (vgl. Holzschnitt, Fig. II). Man sieht an diesen, dass die betreffende Bildung nichts Anderes als eine eigenthümliche Ausbuchtung des Chitinintegumentes ist. Die von dem Rahmen eingeschlossene Fläche ist nur ein vorgewölbter Theil des Chitinintegumentes, welcher durch eine sanfte Einbuchtung in den die Zähne tragenden, in der Ventralansicht als Rahmen erscheinenden, verjüngten Theil übergeht.

An Ansichten von der Ventralseite erscheint der Rahmen auch stets größer, weil durch das Deckglas der Wirbel gegen das Integument herangedrückt wird.

Dass dieser mit den scharfen Zähnen bewaffnete Bauchwirbelkörper auch als Haftapparat dient, vermuthe ich nicht nur, sondern bin dessen gewiss; denn eben so wie ich an den Klauen des zweiten Antennenpaares Kiemenfäden des Wirthes bemerken konnte, so gelang es mir auch, an den Zähnen öfter solche zu finden.

Die Ruderfüße.

Wie bereits erwähnt, sind an allen vier Thorakalsegmenten Ruderfüße vorhanden, die allerdings von vorn nach hinten einer allmählichen Rückbildung anheimfallen.

Nach Graeffe bestehen die Ruderfüße der zwei ersten Segmente aus einem kurzen rundlichen Basalgliede, das zwei Ruderplatten trägt. »Die äußere Ruderplatte ist länger und dreigliedrig, doch sind die Glieder nur schwach gegen einander abgegrenzt und scheinen mitunter nur aus einem länglichen Gliede bestehend. Die Außenseite der Platte trägt zwei, die Spitze eben so viel glatte einfache Borsten. Die nach innen liegende Platte ist verkümmert, kurz, eingliedrig und nur an der Spitze mit einer Borste versehen.

Von dem äußeren Theile des Basalgliedes endlich ragt, von einem ganz kurzen warzenförmigen Gliede ausgehend, eine steife gerade Borste nach außen.«

Diese Beschreibung kann ich im Großen und Ganzen bestätigen und erweitern.

Das erste Ruderfußpaar inserirt sich am ersten Thorakalsegmente rechts und links neben dem besprochenen Bauchwirbelkörper (Fig. 3 R_1, 12 R_1).

Die Ruderfüße sind in der Ruhe so gelagert, dass sie mit ihren freien Enden gegen die Medianlinie konvergiren.

Der Ruderfuß des ersten Paares setzt sich aus einem kurzen, gedrungenen Basalgliede und zwei Ruderästen, einem inneren und einem äußeren, zusammen.

Der äußere Ruderast ist der mächtiger entwickelte und setzt sich mit einem kurzen, stets deutlich differenzirten Gliede, welchem der übrige sich allmählich verjüngende Ruderfußtheil aufsitzt, vom Basalgliede ab. Dieser verjüngte Endtheil zeigt wohl am Grunde manchmal eine deutliche kleine Einkerbung, so dass der äußere Ruderfußast dreigliedrig erscheint. In der Regel konnte ich aber zwei deutliche Glieder beobachten.

Von dem ersten Gliede des äußeren Ruderastes ragt, wie schon Graeffe angiebt, eine starke Borste, von einem warzenförmigen Gliede ausgehend, nach außen. Der übrige verjüngte Theil des Ruderastes ist mit einer Reihe (fünf bis sechs) größerer und kleinerer Borsten besetzt, die fast ausschließlich auf der Außenseite und auf dem abgestutzten Ende des Astes zu stehen kommen. Der innere Ruderfußast ist sehr verkümmert und besteht nur aus einem kurzen Gliede, auf dessen Spitze eine kurze Borste sich erhebt.

An Querschnitten durch die Ruderfüße kann man sich überzeugen, dass dieselben nicht einfach cylindrisch, sondern etwas verbreitert sind. Der Querschnitt erscheint nämlich oval.

Das zweite Ruderfußpaar (Fig. 3 R_2), welches Größe und Gestalt des ersten zeigt, ist am zweiten Thorakalsegmente derart eingelenkt, dass das Basalglied in der Mitte zwischen Außenseite und Medianlinie des Thieres zu liegen kommt.

Das dritte Ruderfußpaar (Fig. 3 R_3, 13), das sich nahe der Außenseite des dritten Thorakalsegmentes inserirt, erscheint nur auf einen einzigen, zweigliedrigen Ruderast reducirt. Das Basalglied ist sehr kurz, und das längere, konische Endglied ist an der Spitze mit drei sehr starken, die Länge des Gliedes um das Mehrfache übertreffenden Borsten versehen.

Das vierte Ruderfußpaar (Fig. 3 R_4, 14), das Graeffe unbekannt blieb, inserirt sich am vierten Thorakalsegment, und zwar ziemlich einwärts vom Außenrande.

Der Ruderast besteht nur aus einem kurzen, warzenartigen Basalgliede, welchem eine an ihrem Grunde verdickte Borste aufsitzt.

Während die beiden ersten Ruderfußpaare in der Ruhelage gegen die Medianlinie konvergiren, ist bei beiden letzteren das Umgekehrte der Fall.

Die drei ersten Ruderfußpaare werden von dorsoventralen Muskelzügen versorgt. Für das vierte Ruderfußpaar gelang mir dies nicht nachzuweisen.

In der Medianlinie des vierten Thorakalsegmentes, knapp an der Abgrenzung vom dritten, erhebt sich ein stumpfer Höcker (Fig. 3 *H*).

Graeffe erwähnt diese Bildung mit folgenden Worten:

»In der Mitte des Körpers befindet sich an der Bauchseite am unteren Rande des letzten Thorakalsegmentes eine runde Papille. Ob dieselbe von einer Öffnung durchbohrt ist, vielleicht den Ausführungsgang aus dem Matricalraum birgt, konnte ich nicht entdecken, denn in den meisten Fällen war keine Öffnung daran zu sehen.«

Dass dies ein Irrthum Graeffe's ist, lehren Längsschnitte. An diesen kann man sich überzeugen (Taf. V, Fig. 20 *H*), dass der erwähnte papillenartige Höcker nur eine Ausbauchung des vierten Thorakalsegmentes darstellt, in welchem sich außerordentlich häufig einzellige Drüsen befinden.

Das Abdomen.

Graeffe ist sich über das Abdomen nicht klar geworden, denn er bezeichnet das vierte Thorakalsegment und den Matricalraum als »ein sehr breites Abdominalsegment, welches, wahrscheinlich aus der Verschmelzung zweier Segmente entstanden, das Genitalsegment darstellt«.

Nur die drei letzten Abdominalsegmente Graeffe's mit der Furca sind das Abdomen. Nach Graeffe sind »diese drei Segmente schmal, ganz durchsichtig, so dass man den röthlich gefärbten Inhalt des Darmes, welcher diese Glieder durchzieht, deutlich erkennen kann. Die Afteröffnung des Thieres ist am Ende des letzten Segmentes, wo die Äste der Furca entspringen. Letztere sind sehr kurz, zweigliedrig, wobei das zweite Glied das erste in seiner ganzen Länge umfasst, so dass man leicht versucht ist, eine doppelte Furca zu deuten. Das Endglied jeder Furca trägt eine starke und zwei schwächere glatte Borsten.«

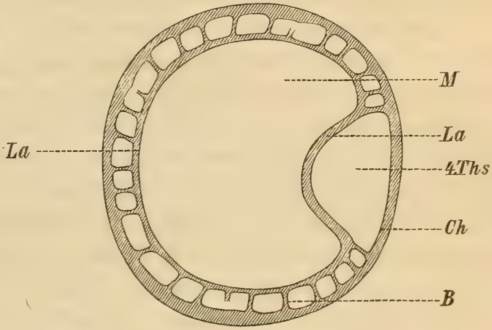


Fig. III. Schematischer Querschnitt durch den Matricalraum (*M*), um die Abgrenzung des vierten Thorakalsegmentes bez. des Abdomens vom Matricalraume zu zeigen. *B*, Balken; *Ch*, äußerer Chitinpanzer; *La*, innere Lamelle; *4.Ths*, verjüngter Abschnitt des vierten Thorakalsegmentes.

Das Abdomen[1] (Fig. 3 *Abd*), welches aus drei Segmenten besteht und welches, wie Schnitte lehren (Fig. 20 und Holzschnitt Fig. III) als eine Fortsetzung des verjüngten, längs der Ventralseite des Matricalraumes dahinziehenden vierten Thorakalsegmentes anzusehen ist, erscheint an konservirten Thieren stets aufgerichtet und bildet mit der Längsachse des Körpers ungefähr einen Winkel von 45°. Das erste Segment ist das größte, die folgenden verjüngen sich gegen das Ende zu. Das dritte Segment trägt am Ende, dort, wo die Äste der Furca entspringen, die Afteröffnung, so dass dieselbe zwischen den beiden Furcalästen ausmündet.

An dieses stumpf endende letzte Abdominalsegment setzt sich jederseits ein zweigliedriger Furcalast. Während das Basalglied der Furca keine Borsten trägt, ist das Endglied mit je einer langen starken, dasselbe um das Mehrfache an Länge übertreffenden Borste besetzt. Außerdem sind noch jederseits drei kleinere Borsten zu beobachten.

Was die Länge des Abdomens betrifft, so überragt an Präparaten, in welchen dasselbe gegen den Matricalraum gedrückt ist (Fig. 3), die Furca kaum den Rand des Brutraumes.

---

[1] Bei Thieren, deren Matricalraum mit Eiern angefüllt ist, beginnt das Abdomen ungefähr in der Mitte des vierten Thorakalsegmentes und des Matricalraumes.

An das letzte Thorakalsegment schließt sich ein umfangreicher Sack, der Matricalraum (Brutraum) an. Unter demselben versteht man seit THORELL (30), dem wir ein grundlegendes Werk über die ascidicolen Copepoden (Notodelphyiden) verdanken, jenen für die Notodelphyiden charakteristischen, von einem (nicht bestimmten) Thorakalsegment entspringenden, außerhalb der Leibeshöhle liegenden, nur von einer Hautduplikatur umschlossenen Raum, in welchem die Eier ihre Entwicklung bis zum ausschlüpfenden Embryo durchmachen.

Die nähere Beschreibung des Matricalraumes auf später verschiebend, muss ich noch der Abgrenzung gegen das vierte Thorakalsegment gedenken.

Klarheit über dies Verhältnis erhält man erst aus Längsschnitten (Taf. V, Fig. 20). Aus diesen ersieht man, dass sich das vierte Thorakalsegment nach hinten allmählich verjüngt und nach Bildung einer Einbuchtung direkt in das abgeknickte Abdomen übergeht. Zu beiden Seiten und rückwärts vom hinteren verjüngten Theile des vierten Thorakalsegmentes, dehnt sich nun der voluminöse Matricalraum aus, welcher vom vierten Thorakalsegmente entspringt und, wie eine Betrachtung von der Ventralseite des Thieres (Fig. 3) ergiebt, gegen die Seiten des verjüngten Thorakalsegmentes sich vorwölbt.

Unterhalb des Abdomens, an der Stelle, an welcher das erste Abdominalsegment sich von der Matricalduplikatur abhebt, bemerkt man eine breitgezogene Öffnung (Taf. VI, Fig. 10 *Moe*), aus welcher, wie die Beobachtung am lebenden Thiere ergab, die Embryonen den Matricalraum verlassen.

Der Matricalraum ist der umfangreichste Theil des weiblichen Thieres und erscheint an Individuen, die denselben mit Eiern vollgefüllt besitzen, fast kugelförmig aufgedunsen und prall gespannt.

Die in den Matricalraum aus den Oviducten entleerten Eier sind stets in zwei Portionen (entsprechend den beiden Ausmündungen des Receptaculum) gesondert. In der Medianebene des Matricalraumes sind stets nur wenige Eier aufzufinden.

Zu beiden Seiten des Ursprunges des ersten Abdominalgliedes bemerkt man je eine Öffnung (Fig. 3 ♀ *Gö*; Taf. VI, Fig. 10 ♀ *Gö*), die noch dem vierten Thorakalsegmente angehören, und die die beiden Geschlechtsöffnungen darstellen.

Variationen in der Körperform.

Während sich bei den meisten Weibchen von Gastrodelphys Clausii eine regelmäßige Ausbildung der Körperform bez. der Thorakalsegmente vorfindet, giebt es doch auch Individuen, die sich durch eine Unregelmäßigkeit im Körperbau auszeichnen.

In Taf. IV, Fig. 4 habe ich den Thorakaltheil eines solchen Weibchens abgebildet. Während der Cephalothorax ganz regelmäßig ausgebildet erscheint, sind die vier Thorakalsegmente merkwürdig atypisch geformt. Die seitlichen Höcker erscheinen mächtig entwickelt und zu stumpfen, gekrümmten Spitzen ausgezogen. Während das eine Segment auf der einen Seite verjüngt ist, verdickt sich das nachfolgende daselbst etc. Auf diese Weise kommt eine ganz merkwürdige Krümmung des gesammten Körpers zu Stande.

Der Matricalraum zeigt an solchen Weibchen stets die charakteristische Form.

Vom Bau des Körpers.

Das Chitinintegument.

Der ganze Körper von Gastrodelphys Clausii ist von einer chitinigen Membran umschlossen, als deren Ausbuchtungen die Antennen, Mundtheile u. s. f. erscheinen. Außer den verschiedenen Einbuchtungen an den Abgrenzungsstellen der Segmente konnte ich auf der Oberfläche des Integumentes keine auffallenden Skulpturen nachweisen. Nur auf der Ventralseite des zweiten und dritten Thorakalsegmentes beobachtete ich auf den Seiten an Kanadabalsampräparaten eine eigenthümliche Streifung auf der Oberfläche des Integumentes. Im Übrigen erschien die Oberfläche stets glatt.

Wenn man nun das Integument an Schnitten betrachtet (Taf. IV, Fig. 18), so bemerkt man, dass dasselbe aus einer lamellös gebaut erscheinenden Chitinmembran (*a*) besteht, die sich nicht färbt (Pikrokarmin). Auf diese folgt nach innen zu, von einem lichten, sehr dünnen Saume getrennt, eine etwa 3 μ im Durchmesser zeigende, sich intensiv färbende Schicht (*b*), die im ganzen Umfange des Thieres stets die gleiche Stärke innehält, und die bei starker Vergrößerung ebenfalls lamellös gebaut erscheint. Es scheint diese Schicht aus Chitinfasergewebe zu bestehen und nur ein Vorstadium für die äußere Chitinlamelle zu sein.

Auf diese Chitinfaserschicht folgt zu innerst eine annähernd eben so dicke, an den Präparaten schwach granulirt erscheinende Protoplasmalage (*c*), in der man hier und da auch ellipsoidische Kerne beobachten kann — die Matrix des Integumentes. Deutlich abgegrenzte Zellen konnte ich in dieser wohl nicht beobachten — um dies zu entscheiden, war mein Material auch zu schlecht konservirt.

Die Mächtigkeit der äußeren, aus Chitin bestehenden Lage wechselt, wie man sich an Längsschnitten überzeugen kann, sehr. An den Ausbuchtungen (vgl. die Fig. 20 und 21 auf Taf. V) erscheint dieselbe am dünnsten, während sie an den Einbuchtungen (Begrenzungsstellen der Segmente) am mächtigsten wird.

An den verschiedenen Einbuchtungen, die der Chitinpanzer bildet, und die zum Theil mit den Begrenzungen der Segmente zusammenfallen, beobachtet man an Längsschnitten (vgl. besonders Fig. 21) ganz eigenthümliche Einrichtungen, die zur Fixation der Muskeln dienen. Das Integument bildet nämlich an diesen Stellen nach innen kantig zulaufende Verdickungen, an deren Chitinfaserlamellen sich die Muskeln inseriren.

Die geringste Mächtigkeit besitzt der Chitinpanzer am Cephalothorax. (Über die Verdickungen der chitinigen Membran an den Antennengliedern wurde schon oben berichtet.)

Von der Bindesubstanz des Körpers.

Leider war mein Untersuchungsmaterial nicht derart konservirt, dass ich eingehender von der Bindesubstanz, die die Leibeshöhle auskleidet, berichten kann. An Längsschnitten konnte man die Hohlräume des Körpers von einer schwach gefärbten, granulirten Masse ausgefüllt sehen, in welcher ich an manchen Stellen wohl einzelne sich stärker tingirende Zellen, von verschiedener Form und Größe, die einen kleinen, rundlichen Nucleus besaßen, bemerken konnte.

Drüsen.

An Längsschnitten durch den Körper konnte ich sowohl auf der Dorsal- als besonders auf der Ventralseite längs der Matrix des Chitinpanzers stark tingirte (Pikrokarmin), auffallend große Zellen beobachten, die ich als einzellige Hautdrüsen ansprechen muss.

Diese einzelligen Drüsen zeigen gar mannigfache Form und Größe. Von der gewöhnlich polygonalen Form kann man alle Übergänge bis zur rundlichen und mehr birnförmigen Gestalt beobachten (Fig. 15 *a*—*d*).

An manchen besonders günstigen Schnitten konnte ich am birnförmigen Drüsenkörper eine halsartige Verlängerung (Fig. 15 *d*) beobachten, welche durch die Matrix des Chitinpanzers hindurchzog und an einer feinen Öffnung im Panzer endete. Die größten dieser Drüsenzellen besaßen einen Durchmesser von 28 μ. Die Zellsubstanz dieser Elemente ist grob granulirt, und kann man in derselben hellere und dunklere Stellen, die wohl mit der Sekretionsthätigkeit im Zusammenhange stehen dürften, unterscheiden.

Sämmtliche Zellen besitzen einen deutlichen, an meinen Präparaten ganz hell, nur wenig Farbstoff (Pikrokarmin) aufnehmenden Kern (*n*, Fig. 15 *c*), welcher an den größten von mir beobachteten Zellen einen Durchmesser von 5 μ erreichte, während im Inneren desselben ein deutlicher, stark glänzender und sich intensiv tingirender Nucleolus (*n'* Fig. 15 *c*) sichtbar ist, der selbst gegen 3 μ im Durchmesser besaß.

Mitunter konnte ich auch Zellen mit zwei Kernen beobachten (Fig. 15 *a*).

Was die Anordnung dieser einzelligen Drüsen betrifft, so wäre Folgendes zu erwähnen. Auf der Dorsalseite konnte ich dieselben an Längsschnitten in allen Thorakalsegmenten, wenn auch nicht häufig, beobachten (Fig. 20, 21 *Dr*).

Sie liegen an Längsschnitten hinter einander, einreihig, und sind durch die Bindesubstanz des Körpers von einander getrennt.

Bei Weitem häufiger sind sie aber auf der Ventralseite zu beobachten (vgl. besonders Fig. 20). Sie liegen daselbst und zwar besonders unterhalb und in der ganzen Länge des Darmes, so lange derselbe durch die Thorakalsegmente zieht, dem Panzer der Ventralseite genähert, besonders im dritten und vierten Thorakalsegmente hart hinter einander und erreichen ihre größte Ausdehnung und dichteste Anordnung in jener eigenthümlichen, schon früher bei Besprechung des vierten Thorakalsegmentes erwähnten, höckerartigen Ausbuchtung desselben (Fig. 20 *H*).

Gegen den Übergang des letzten Thorakalsegmentes in das Abdomen hören dieselben auf.

Im Anschluss an das Erwähnte möchte ich noch auf einige großkernige Elemente aufmerksam machen, welche ich an Schnitten im Cephalothorax, und zwar in der Nähe des Stirnfortsatzes in der Bindesubstanz eingebettet, beobachten konnte. Der Nucleus dieser Zellen besaß einen Durchmesser von 9 μ. Vielleicht entsprechen diese Zellen den von C. Heider (18) bei Lernanthropus beschriebenen Drüsen.

Pigment.

An aufgehellten Präparaten kann man sowohl auf der Dorsal- als auch Ventralseite in der Medianlinie des Körpers liegende, verschiedenartig strang- oder kolbenförmig angeordnete Pigmentansammlungen (Taf. IV, Fig. 2 *P*) beobachten, die im durchfallenden Lichte sepiabraun erscheinen und von sehr verschiedener Ausdehnung sind. Wie Schnitte lehren, liegen diese Pigmentanhäufungen, die aus feinkörnigem, in verschieden dichter Anordnung zusammengeballtem Pigmente bestehen, ober- oder unterhalb des Verdauungstractus, in der Bindesubstanz des

Körpers eingebettet, der Wandung des Darmes dicht an. Auch Vejdovský (32) fand das die Körperfärbung des Tracheliastes polycolpus veranlassende, von zahlreichen großen lichtbrechenden Kügelchen durchsetzte rothbraune Pigment in verschiedenster Vertheilung unter der Hypodermis liegend.

Muskulatur.

a) Dorsale Muskulatur (Taf. IV, Fig. 2).

An mit Osmiumsäure behandelten Thieren kann man auf der Dorsalseite der Hauptsache nach folgende Anordnung der Muskulatur finden.

Vom Cephalothorax und zwar etwas vor Beginn des zweiten Segmentes desselben entspringend, ziehen zwei Muskelzüge (m_1, m_2) rechts und links von der Medianlinie gleichmäßig angeordnet, durch sämmtliche Thorakalsegmente, um an der Scheidewand zwischen dem vierten Thorakalsegmente und Matricalraum zu enden.

Jeder der beiden Muskelzüge besteht aus mehreren Muskelbündeln. Der der Medianlinie zunächst liegende Muskelzug (m_1) zieht vom Cephalothorax nach einwärts, um in der Medianlinie des ersten Thorakalsegmentes an einem der früher besprochenen Chitinvorsprünge sich zu inseriren und von dort nach Bildung eines Chiasmas auf die entgegengesetzte Körperhälfte überzugehen. Dieser innere Muskelzug theilt sich vom zweiten Thorakalsegmente an in zwei Bündel, welche deutlich von einander geschieden, bis zum Matricalraum ziehen.

Der äußere Muskelzug (m_2) zieht schon vom Cephalothorax an in mehreren deutlich von einander gesonderten Bündeln, neben dem inneren Zuge verlaufend, ohne aber auf die andere Seite überzugehen.

Beide Muskelzüge verlaufen derartig, dass sie nach außen annähernd einen Bogen bilden, welcher an der Grenze des zweiten und dritten Thorakalsegmentes am weitesten nach auswärts greift, um von hier nach rückwärts der Medianlinie wieder sich zu nähern.

Von anderen Muskelzügen seien noch folgende erwähnt.

Der Cephalothorax, der Antennen und Mundtheile trägt, ist am reichlichsten mit Muskeln versorgt. An dem Chitinvorsprunge, an welchem die beiden erwähnten Muskelzüge ihren Ursprung nehmen, ziehen, gewissermaßen als Fortsetzung, mehrere Muskelbündel (m_3) gegen die ventrale Seite. Ferner zieht jederseits ein breiter oberflächlicher Muskel (m_4) quer über den Muskelzügen m_1 und m_2 verlaufend, von der Medianlinie gegen die Seitenwand des Chitinpanzers. Ein weiteres Muskelbündel (m_5) inserirt sich an der Grenze des Cephalothorax und des ersten Thorakalsegmentes und zieht jederseits ventralwärts gegen die Medianlinie zum Pharynx. Von dem früher erwähnten Chitinvorsprunge, an welchem sich die beiden inneren Muskelzüge kreuzen, zieht jederseits ein starkes Muskelbündel (m_6) ventral- und auswärts zum Cephalothorax.

Außerdem entspringen auf der Dorsalseite des Cephalothorax noch zahlreiche ventralwärts ziehende Muskelbündel, die zur Bewegung der Antennen und Mundwerkzeuge dienen, die aber hier nicht weiter erwähnt werden sollen.

Im verjüngten vierten Thorakaltheile sind auf der Dorsalseite ebenfalls Muskelzüge zu beobachten und zwar verläuft jederseits von der Medianlinie, an den inneren Muskelzug (m_1) sich anschließend, ein Muskelbündel (m_7), welches ventralwärts gegen das Abdomen zieht und vielleicht zur Streckung desselben dient. Weiter ist jederseits noch ein längs des Enddarmes verlaufender Muskelzug (m_8) zu beobachten, der, so viel ich beobachten konnte, zur Fixation des Darmes dient.

b) **Ventrale Muskulatur** (Taf. IV, Fig. 3).

Auf der Ventralseite kann man folgende zwei Hauptmuskelzüge unterscheiden.

Zu beiden Seiten des Darmes verlaufend zieht jederseits vom Bauchwirbelkörper am ersten Thorakalsegmente ein Muskelzug (m'_1) aus mehreren Muskelbündeln bestehend, nach rückwärts. An der Grenze des ersten und zweiten Thorakalsegmentes biegt sich dieser Muskelzug, durch Aufnahme weiterer Muskelbündel verstärkt, nach auswärts bis zum Beginne des dritten Thorakalsegmentes und findet von hier nur durch ein sehr schwaches Muskelbündel bis zur Grenze des dritten und vierten Thorakalsegmentes seine Fortsetzung. Daselbst schließt sich dieser Muskelzug an den gleich zu besprechenden an.

Der zweite Muskelzug (m'_2) entspringt ebenfalls an den Seiten des Bauchwirbelkörpers, zwischen dem ersten Muskelzuge und dem Basalgliede des ersten Ruderfußpaares. Bis zur Grenze des ersten Thorakalsegmentes verläuft dieser Muskelzug an der Außenseite des oben besprochenen. Von der Grenze des ersten und zweiten Thorakalsegmentes an zieht dieser Muskelzug unterhalb des ersten hindurch[1] unter Bildung einer Kreuzung und zieht dann längs des Darmes nach rückwärts.

Am Anfange des dritten Thorakalsegmentes wird dieser Muskelzug durch Aufnahme neuer Muskelbündel äußerst mächtig und verbreitert sich derart, dass der Muskelansatz bis zum ersten Muskelzuge reicht.

---

[1] Bei Betrachtung der Muskulatur von der Ventralseite des Thieres. In Wirklichkeit liegt also dieser Muskelzug oberhalb des ersten.

Vom dritten Thorakalsegmente an zieht dieser Muskelzug, sich allmählich verjüngend, längs der Seite des Darmes nach rückwärts, um am Übergange des vierten Thorakalsegmentes in das Abdomen sich in zwei Äste zu theilen, wovon der innere zum Darme selbst zieht und zur Fixation desselben dient, während der äußere, stärkere Ast, durch Aufnahme einiger Muskelbündel verstärkt bis zur Furca zieht, nachdem sich dieser Ast noch im ersten Abdominalsegmente getheilt.

Dass diese im Abdomen verlaufenden Muskelbündel zur lebhaften Bewegung des Abdomen dienen, konnte ich an lebenden Exemplaren von Gastrodelphys Myxicolae beobachten.

Gleichsam als Fortsetzung der beiden besprochenen Muskelzüge kann man von den Seiten des Bauchwirbelkörpers je zwei Muskelzüge (m'_3, m'_4) beobachten, die nach vorn und dorsalwärts ziehen und sich an einem Chitinvorsprunge im Cephalothorax zu inseriren scheinen.

Außer den besprochenen Muskelzügen sind dann auf der Ventralseite im Cephalothorax noch eine Reihe die Mundtheile versorgender Muskeln zu beobachten.

Sowohl die auf der Dorsal- als auch auf der Ventralseite vorhandenen, sämmtliche Thorakalsegmente durchziehenden Längsmuskelzüge zerfallen, entsprechend den einzelnen Segmenten, in eben so viele Abtheilungen. Markirt werden diese Abtheilungen durch die Segmenteinschnitte des Chitinpanzers, an welchen Stellen sich die Muskelbündel verbreitern und mittels Chitinfasergewebe sich an den Vorsprüngen des Panzers fixiren. Auf den feineren, histologischen Bau der Muskeln nicht eingehend, bemerke ich hier nur, dass dieselben an frischen Exemplaren von Gastrodelphys Myxicolae sämmtlich deutliche Querstreifung zeigten.

Darmkanal (Taf. V, Fig. 19, 20).

Nach Graeffe (l. c.) »bestehen die Verdauungsorgane aus einer Speiseröhre, die von dem Saugmunde in den Theil des Verdauungstractus führt, den man Magen nennen kann und der durch alle Thorakalsegmente sich in gerader Richtung erstreckt. Das Innere desselben ist meist von einer röthlichen Masse erfüllt, von der eingenommenen Nahrung herrührend. Die Wandung dieses Magens ist verhältnismäßig dick, indem die innere Lage desselben aus großen länglichen Drüsenzellen gebildet wird, die einen körnigen Inhalt und einen Kern führen. Der eigentliche Darm ist kurz, beginnt in dem Abdominalsegmente und endet zwischen der Furca mit dem After«.

Am Darmkanale kann man einen Pharynx und Ösophagus, einen Mittel(Magen)-darm und Enddarm unterscheiden.

Um über den Pharynx und Ösophagus ins Klare zu kommen, sind Längsschnitte unerlässlich.

Wenn gleich nun mein Untersuchungsmaterial nicht derart konservirt war, dass ich über histologische Details ausführlich berichten kann, so ergaben die Schnittserien doch in so weit befriedigende Resultate, als die Form des Pharynx und Ösophagus und die sich daran inserirenden Muskeln vollkommen deutlich zu sehen waren. Der Pharynx (Fig. 19 *Schl*) beginnt an dem schon früher beschriebenen, aus Ober- und Unterlippe gebildeten kurzen Rostrum. Die die Ober- und Unterlippe bildende Chitinmembran (*Ol*, *Ul*) verdickt sich daselbst bedeutend.

Der Pharynx, der in seiner ganzen Ausdehnung von der eingestülpten chitinigen Membran, die als dünne Lamelle erscheint, ausgekleidet ist, beginnt mit einer engen Öffnung, die sich aber alsbald erweitert und nach vorn und hinten eine Ausstülpung bildet. Hierauf folgt dann eine kleine Erweiterung, welche wieder in eine Verengerung übergeht. Dieser verengte Theil des Pharynx zieht nach aufwärts und etwas nach vorn.

Auf die besprochene Verengerung des Pharynx folgt der erweiterte Ösophagus (*Oes*), welcher im Längsschnitt dreiseitig erscheint und wovon der eine kürzere und ein engeres Lumen besitzende Schenkel nach aufwärts, der zweite erweiterte Schenkel aber schief nach hinten und oben zieht und nach dem Durchgange durch den Schlundring des Nervensystems unter Bildung einer Knickung in den Mitteldarm übergeht.

Ich bezeichne diesen Theil desshalb als Ösophagus, weil die Mandibeln (wie dies die Schnitte lehrten) sich in dem erweiterten Theil des Pharynx bewegen.

Der Ösophagus bildet mit dem Pharynx einen schwach stumpfen Winkel.

Die chitinige Intima, die als eine feine Lamelle den ganzen Ösophagus auskleidet, ist noch bis in den Anfang des Mitteldarmes zu verfolgen, woselbst ich sie dann nicht mehr beobachten konnte.

Auf die Chitinintima folgt nach außen eine zarte Matrix, in der ich nur hier und da Kerne bemerken konnte. Zahlreiche und zum Theil sehr starke Muskelbündel inseriren sich am Pharynx und Ösophagus, die wohl zur Erweiterung bez. Verengerung derselben dienen und auf diese Weise den Pharynx sowohl wie den Ösophagus zu einer Saugvorrichtung ausbilden.

Gleich an der Innenseite der verdickten Unterlippe und an der ersten Erweiterung des Pharynx inserirt sich ein sehr starker, aus mehreren Muskelbündeln bestehender Muskelzug (m_1), welcher an der Übergangsstelle des Ösophagus in den Darm sich fixirt und knapp an und über dem Unterschlundganglion dahinzieht.

Eine Reihe anderer Muskelbündel (m_2, m_3, m_4) inserirt sich an der Verengerung des Pharynx, am Übergange desselben in den Ösophagus, und zieht ebenfalls zur Ösophagusknickung. Auf der dorsalen Seite des trichterartig erweiterten Ösophagustheiles inseriren sich auch mehrere starke Muskelbündel (m_5), welche unter Bildung einer Knickung sich am Beginn des Magendarmes fixiren.

Mehrere kleinere Muskelbündel (m_6) nehmen ihren Ursprung am dorsalen Theile des Chitinpanzers und inseriren sich an der dorsalwärts ziehenden Ausstülpung des Ösophagus.

Aber auch die Vorderwand des Ösophagus und Pharynx ist mit Muskeln versehen.

Mehrere Muskelbündel (m_7) inseriren sich an der Vorderwand des erweiterten Ösophagustheiles. Ein sehr starkes Muskelbündel (m_8) inserirt sich auf einer eigenthümlichen Chitinbildung der Vorderwand des Pharynx. Beide Muskelzüge dienen offenbar zur Erweiterung des Ösophagus bez. Pharynx, eben so wie die früher besprochenen Muskelgruppen.

Nach dem Durchtritt des Ösophagus durch den Schlundring beginnt der eigentliche Darmkanal (Taf. V, Fig. 20).

Derselbe zieht vom Schlundringe an längs der Ventralseite der Thorakalsegmente und begiebt sich dann, nach Bildung einer Knickung, in das Abdomen, um zwischen den Furcalästen mit der Afteröffnung zu enden.

Der Darmkanal zerfällt in zwei Theile; einen erweiterten, durch sämmtliche Thorakalsegmente ziehenden Mitteldarm (*Md*), der wohl in seiner ganzen Länge als eigentlicher Magen fungirt, und einen sich durch eine sanfte Verjüngung von demselben trennenden, im Abdomen liegenden Enddarm (*Ed*).

Was den histologischen Bau des Mitteldarmes selbst betrifft, so kann ich darüber Folgendes berichten.

Außen bemerkt man eine Wandung (Tunica propria), welche namentlich im vorderen Theile des Magendarmes sehr mächtig erscheint, nach rückwärts aber allmählich abnimmt und daselbst nur mehr 6 μ im Durchmesser zeigt. Das Lumen ist von Zellen ausgekleidet, welche polygonalen Umriss zeigen und sich gegen das Lumen kuppelartig vorwölben (Taf. V, Fig. 23).

Diese Zellen, welche im Vordertheile des Darmes noch klein, gegen die Mitte aber an Größe, entsprechend der Erweiterung des Lumens, zunehmen, bestehen aus einer fein granulirten Substanz, in welcher sich ein kugeliger Nucleus von 7 μ Durchmesser, der hell erscheint, und in seinem Inneren kleine Granula beherbergt, vorfindet. Im Nucleus ist stets ein deutlicher, scharf tingirter Nucleolus zu beobachten. An ihrer freien Oberfläche sind die Zellen mit einem hellen, 4 μ Dicke messenden Saume, der an Längsschnitten deutliche Querstreifung und dieser entsprechende Zackung zeigte, bekleidet, der wahrscheinlich nur als eine Fortsetzung der chitinigen Intima des Pharynx und Ösophagus zu betrachten ist. Die Höhe der Zellen betrug (gemessen in der Mitte des Mitteldarmes) 31 μ.

Der Enddarm, der kürzeste Abschnitt des Verdauungsstractus, erweitert sich nach der Abtrennung vom Mitteldarme etwas, und verjüngt sich dann allmählich gegen die Afteröffnung. Nach innen zu ist derselbe von derselben Form von Epithelzellen ausgekleidet, welche, entsprechend dem geringeren Lumen, hier auch kleiner sind.

Nervensystem (Taf. V, Fig. 19, 22).

Das Centralorgan des Nervensystems liegt um den Ösophagus und wird von demselben durchbrochen. An Medianschnitten durch den Körper (Fig. 19—22) kann man sich überzeugen, dass dasselbe schief zur Längsachse des Körpers gelagert ist und mit derselben ungefähr einen Winkel von 60° bildet. An solchen Längsschnitten kann man ferner sehen, dass das Nervensystem aus zwei Theilen besteht, und zwar aus einer ober- und unterhalb des Ösophagus gelegenen Masse. Die oberhalb des Ösophagus gelegene Masse (*Obg*), die bei den Arthropoden allgemein als Oberschlundganglion bezeichnet wird, erscheint von oben betrachtet (vgl. auch Fig. 31 *Obg*) als eine auf dem Ösophagus lagernde, etwa oval begrenzte Masse, welche beiderseits einen mächtigen Nervenast in die vorderen Antennen entsendet. Auf der Ausbuchtung zwischen den beiden Antennennerven sitzt das Auge dem Oberschlundganglion auf (Fig. 19 *Au*). Wie Schnitte ergeben, liegt das Oberschlundganglion nicht direkt dem Ösophagus auf, sondern den zur Erweiterung desselben dienenden Muskeln (Fig. 19 m_5). Was den feineren Bau betrifft, so besteht dasselbe aus einem centralen, aus feinsten Fibrillen gebildeten Maschenwerke (Punktsubstanz LEYDIG's) und einem dies Maschenwerk umhüllenden Mantel von Ganglienzellen, deren Zellkörper ich an meinen Schnitten zwar nicht getrennt von einander beobachten konnte, deren Kerne aber, die mehr kugelig oder ellipsoidartig und von verschiedener Größe waren, deutlich tingirt waren.

Die weitaus größere, unterhalb des Ösophagus und dem Anfangstheile des Mitteldarmes knapp anliegende Masse des Nervensystems, die allgemein als Unterschlundganglion (*Utg*) bezeichnet wird, beginnt mit einem verjüngten, an Längsschnitten keilförmig gegen die Ösophagusknickung vorgeschobenem Theile, welcher vorn den zur Erweiterung des Schlundes dienenden Muskelzügen (m_1) knapp anliegt. Nach hinten zu gewinnt nun dasselbe an Masse, liegt dann mit seinem verdickten Theile auf einer Einbuchtung des Mitteldarmes (Fig. 22), verjüngt sich dann allmählich nach hinten, und geht dann fast abgesetzt in einen dünnen, an seinem Ursprung etwa 11 μ im Querdurchmesser zeigenden Strang über (*Bnst*), welcher Anfangs, eben so wie der hintere Theil des Unterschlundganglions, vom Mitteldarme etwas getrennt liegt, nach Zurücklegung einer kurzen Strecke aber sich hart an die Ventralseite des Mitteldarmes begiebt und längs derselben verläuft.

Das Unterschlundganglion ist, wie Schnitte lehren, mit dem Oberschlundganglion durch zwei mächtige seitliche Ausläufer verbunden, welche den Ösophagus umgreifen und auf diese Weise den sogenannten Schlundring[1] bilden.

Das Unterschlundganglion, das jedenfalls das Unterschlundganglion sens. str. und die verschmolzenen Thorakal- und Abdominalganglien (Bauchmark) enthält, charakterisirt sich histologisch ebenfalls durch ein central gelegenes, aus feinsten Fibrillen bestehendes Netzwerk, das außen von einer Hülle von Ganglienzellen, deren Kerne deutlich tingirt waren, und die verschiedene Größe zeigten[2], umgeben war. Der vom Hintertheile des Unterschlundganglions abgehende Strang, der als Bauchnervenstrang bezeichnet werden kann, zeigte deutlichen fibrillären Bau. Die Ganglienzellen konnten selbst am Ursprunge desselben noch beobachtet werden.

Sinnesorgane.

Von Sinnesorganen sind vor Allem das Auge und die verschiedenen, am Stirnfortsatze und den Antennen befindlichen Haare oder Borsten zu betrachten.

Nach Graeffe (l. c.) liegt das unpaare, x-förmige Auge auf dem zweiten (hinteren) Segmente des Cephalothorax und zwar unter der Rückenseite desselben. Dasselbe besteht aus drei Linsen, die von röthlichem Pigment umgeben sind.

Dieser kurzen Mittheilung Graeffe's kann ich leider nur sehr wenig anschließen, da ich lebende Exemplare nicht erlangen konnte, und an den mit Osmiumsäure behandelten Thieren gar nichts zu sehen war. An Längsschnitten konnte ich auf der Einbuchtung des Oberschlundganglions ein von einer deutlichen Membran umgebenes rundliches Gebilde (Fig. 19, 22 *Au*) beobachten, das entschieden als Auge und zwar jedenfalls als eine der drei Linsen zu deuten ist. Das Gebilde zeigte im Inneren deutliche Granulation und an der dem Oberschlundganglion aufliegenden Seite auch Kerne[1].

---

[1] Genaueres darüber vergleiche man bei Gastrodelphys Myxicolae.

[2] Die größten Nuclei, die ich auffinden konnte, hatten einen Durchmesser von 6 μ.

Als Sinnesorgane, die namentlich der Tastfunktion dienen werden, sind noch die zahlreichen Borsten und Haare, die an dem ersten Antennenpaare und am Stirnfortsatze anzutreffen sind, zu betrachten.

So wird man die kurzen Chitinborsten des Stirnfortsatzes (vgl. Taf. IV, Fig. 5) als Frontalorgan und die zahlreichen Chitinhaare und Borsten, namentlich des Endgliedes der ersten Antenne, die in ihrer Achse einen Protoplasmafaden führen, als Tastborsten bezeichnen können.

Geschlechtsorgane.

Die Geschlechtsorgane bestehen aus den paarigen Ovarien, den Oviducten, dem unpaaren Receptaculum seminis und den beiden Samenkanälen (Canaliculi seminales Thorell).

Ovarien und Oviducte (Taf. IV, Fig. 2; Taf. V, Fig. 20, 25, 26, 31 *Ov*, *Ovd*).

Den Bau der Ovarien schildere ich, wie ich ihn aus Präparaten gewonnen, in welchen der Matricalraum mit Eiern, die sich in den verschiedensten Furchungsstadien befanden, vollgefüllt war.

An in Kanadabalsam aufgehellten Osmiumpräparaten kann man an Dorsalansichten (Taf. IV, Fig. 2) rechts und links oberhalb des Darmes liegende, bis in das zweite Thorakalsegment sich erstreckende ∩-förmig gebogene Gebilde beobachten, die sich bei näherer Untersuchung als die Ovarien herausstellten. Beide Gebilde, deren freie Schenkel nach hinten ragen, hatten nicht dieselbe Größe, sondern das eine Ovarium, im vorliegenden Falle das linke, war mächtiger entwickelt. Über die Lage der beiden Schenkel zum Darme geben aber erst Quer- und Längsschnitte Aufschluss.

Aus diesen geht hervor, dass die Ovarien, d. h. die der Medianlinie zunächst liegenden Schenkel (Taf. IV, Fig. 2 *Ov*) weiter oberhalb des Darmes, die außenliegenden Schenkel, die in ihrem weiteren Verlaufe die Oviducte darstellen, aber weiter unterhalb und zu den Seiten des Darmes zu liegen kommen. Bei stärkerer Vergrößerung kann man an aufgehellten Totopräparaten Folgendes erkennen:

---

[1] Man vergleiche die Schilderung bei Gastrodelphys Myxicolae.

Der innere Schenkel (Taf. V, Fig. 25 *Ov*) erscheint als ein nach hinten sich etwas verjüngendes und daselbst abgerundet endendes Gebilde, welches sich an Osmiumpräparaten aus sehr deutlich zu erkennenden und verschiedene Größe zeigenden polygonalen Zellen zusammensetzt. Die Zellen erscheinen deutlich von einander getrennt und besitzen Kern und Nucleolus. Während die Zellen im hinteren Schenkeltheile mehr oder weniger klein sind, nehmen sie nach vorn etwas an Größe zu und runden sich auch ab. Der Schenkel nimmt nach vorn etwas an Größe zu, verjüngt sich aber an der Übergangsstelle in den äußeren Schenkel rasch. Die ellipsoidförmigen Zellen an der Umbiegungsstelle schienen zum Theil in Reihen, zum Theil lose neben einander zu liegen. Im äußeren Schenkel konnte man eine Reihe an einander hängender, nach hinten allmählich an Größe zunehmender Zellen beobachten. Schon an solchen Totopräparaten kann man eine, das ganze Gebilde umgebende zarte Membran beobachten.

Längsschnitte durch das erwähnte Gebilde (Fig. 26) ergeben nun, dass die im inneren Schenkel (*Ov*) befindlichen Zellen von einander durchaus nicht so scharf abgegrenzt sind, dass dieselben aus einer feinkörnigen Zellsubstanz bestehen und deutliche Nuclei und scharf tingirte Nucleoli besitzen. Die Nuclei hatten einen Durchmesser von 5 bis 7 μ, die Nucleoli 2 bis 3 μ. In vielen Zellen konnten auch zwei Nuclei beobachtet werden.

Nach vorn, gegen die Schenkelkrümmung, wird nun die Abgrenzung der Zellen von einander eine deutlichere, und dieselben werden auch größer. Die Zellen erscheinen daselbst, wie man sich an Schnittserien auf das deutlichste überzeugen kann, verschiedenartig radiär angeordnet. Diese Eizellen, wie sie nun genannt werden müssen, erscheinen daselbst an Schnitten langgestreckt und keulenförmig (Fig. 27) und führen das große, deutliche, ellipsoidische Keimbläschen, das hier einen Durchmesser bis zu 10 μ zeigt, im oberen, keulenförmigen Theile der Zelle. Von hier aus ordnen sich die Zellen reihenweise in den äußeren Schenkel. In diesem Anfangstheile des äußeren Schenkels sind die Eizellen deutlich von einander abgegrenzt, und nehmen nach hinten allmählich an Größe zu. Sie führen ein kugelrundes, 11 μ Durchmesser besitzendes, an Tinktionspräparaten hell, nur geringe Granulation zeigendes Keimbläschen, welches im Inneren einen äußerst distinkt und scharf gefärbten Nucleolus von 3 μ Durchmesser erkennen lässt.

Der innere Schenkel, welcher das Ovarium mit den Keimzellen darstellt, fungirt nur bis zur Übergangsstelle in den äußeren Schenkel als solches. Die Eizellen lösen sich daselbst in Reihen los und rücken in den äußeren Schenkel, der nun in seiner ganzen Ausdehnung als Oviduct fungirt[1].

An Schnitten kann man auch die zarte, das Ovarium und den Oviduct bekleidende Membran beobachten, die an ihrer Innenseite hier und da abgeplattete Nuclei erkennen lässt. Über die Bildung der Eier selbst, die ich ausführlicher bei Gastrodelphys Myxicolae erörtern werde, erwähne ich hier Folgendes:

Der innere Schenkel, das Ovarium, stellt in seinem hinteren Theile den eigentlichen Keimherd dar. Nach vorn zu vergrößern sich die Keimzellen allmählich, nehmen in Folge des gegenseitigen Druckes verschiedene Gestalt an, das Keimbläschen und der Keimfleck wird deutlicher und größer. An der Übergangsstelle des Ovarium in den Oviduct lösen sich nun die Eizellen reihenweise los und rücken in den Oviduct, um daselbst ihre Reife durchzumachen. Wenn man tingirte Flächenschnitte durch den Oviduct betrachtet (Taf. V, Fig. 31 *Ovd*), so kann man schon an der Färbung die verschiedene Reifung der Eizellen erkennen. Während dieselben an der Übergangsstelle (*Ov*) noch tingirt sind, erscheinen dieselben nach hinten zu allmählich weniger gefärbt. Hier im Oviduct nehmen sie auch den umgebenden Dotter auf, wahrscheinlich auf dem Wege der Diffusion der Dottermassen durch die Membran des Oviducts. Die mit Dottermassen vollgepfropften Eizellen nehmen auch keinen Farbstoff mehr auf. In Folge des allmählichen, fortgesetzten Nachschubes von Eizellen aus dem Ovarium in den Oviduct und aus der allmählichen Reifung derselben in dem letzteren folgt, dass der Oviduct ausgedehnt wird und gar mannigfache Form erhält. Ich konnte Totopräparate beobachten, in welchen sämmtliche Thorakalsegmente mit Eiern angefüllt waren. Es lässt sich daraus ersehen, welch' großer Erweiterung die Oviductmembran fähig ist.

Die Eier selbst zeigen in den Oviducten in Folge des gegenseitig ausgeübten Druckes die mannigfachsten Formen und rücken dann allmählich durch die Oviductmündungen in das Receptaculum seminis, woselbst die Befruchtung stattfindet. An den Einmündungsstellen der Oviducte in das Receptaculum findet man statt der abgeplatteten Kerne ein deutliches, aus kubischen Zellen bestehendes, mit Kernen versehenes Epithel, welches auf eine kurze Strecke die Ausführungsöffnungen auskleidet (Fig. 31 *Oe Od*). Aus den Öffnungen, die von diesem Epithel ausgekleidet sind, konnte ich an Schnitten eine eigenthümliche, scharf tingirte, pfropfartige Bildung (Fig. 31 *S*) herausragen sehen, die ich als das Sekret dieses Epithelbelages ansehe. Da die Eier in den Oviducten noch von keiner Membran umgeben sind, wohl aber im Matricalraum, so glaube ich, dass die erwähnten Epithelzellen an den Ausführungsöffnungen der Oviducte die Eischale liefern und stehe desshalb nicht an, diesem Epithelzellenbelage die Rolle einer Oviduct- oder Schalendrüse zuzuschreiben.

---

[1] Dass in dem vorliegenden Falle der Oviduct (Taf. IV, Fig. 2) als enger Schlauch erscheint, hat seinen Grund jedenfalls darin, dass derselbe nach Abgabe der Eier in den Matricalraum kollabirt, wie auch GIESBRECHT (15) für Notodelphyiden angiebt.

Das Receptaculum seminis (Taf. V, Fig. 20, 28, 31 *Rs*).

Die Gastrodelphyiden besitzen nur ein einziges Receptaculum. An Längsschnitten von Individuen, in welchen der Matricalraum mit Embryonen vollgefüllt war, erschien dasselbe (Fig. 28) als ein etwa dreiseitig abgerundeter, mit der Spitze gegen die dorsale Wand des Chitinpanzers ziehender, ganz von Dottermasse eingehüllter Sack, der von einer deutlichen Wandung umgeben ist. Dieser Sack liegt im letzten Thorakalsegment nahe der abgrenzenden Wandung gegen den Matricalraum.

An Flächenschnitten (Taf. V, Fig. 31 *Rs*) kann man sich überzeugen, dass das Receptaculum median und dorsalwärts oberhalb des Darmes gelagert ist, und sein ventrales Lumen fast vierseitig begrenzt erscheint.

Die Wandung, die einen Durchmesser von 2 μ erreicht, ist innen ausgekleidet von einer eben so mächtigen, feine Granulation zeigenden Protoplasmaschicht, die keine deutliche Abgrenzung in einzelne Zellen erkennen ließ, in welcher aber deutlich tingirte, ellipsoidähnliche Kerne zu sehen waren.

Das Receptaculum selbst war in allen Schnitten von einer feinen, wirr durch einander liegenden Fasermasse (Spermatozoen?) ausgefüllt.

Wie an Längsschnitten ersichtlich (Fig. 28 *Oe Od*), findet die Einmündung der Oviducte an den Seiten des ventralen, erweiterten Theiles des Receptaculum statt.

Das Receptaculum mündet nun durch zwei kurze Gänge, die zur rechten und linken Seite desselben liegen, in den zur Beherbergung der Brut dienenden Matricalraum aus.

Diese Gänge (Fig. 29 *OeRs*), die an Schnitten an der Einmündungsstelle in den Matricalraum eine Weite von 17 μ zeigten, sind in ihrem hinteren Theile von der das letzte Thorakalsegment nach hinten abgrenzenden Chitinlamelle gebildet, die allmählich gegen das Receptaculum zu in Chitinfasergewebe sich auflöst und dann in die Wandung des Receptaculum selbst sich fortsetzt. Zur Erweiterung der Einmündung dieser Gänge in den Matricalraum sind mehrere starke, am dorsalen Chitinpanzer sich inserirende Muskelbündel (*m*) vorhanden.

Die Samenkanäle (Canaliculi seminales).

Jeder der beiden Samenkanäle beginnt mit einer kleinen rundlichen Öffnung (Taf. IV, Fig. 3 ♀ *Gö*), die sich bei Betrachtung eines ♀ von der Ventralseite rechts und links am Beginn des ersten Abdominalsegments, knapp demselben anliegend, erkennen lassen. An mit Osmiumsäure behandelten und dann in Kanadabalsam aufgehellten Thieren kann man von diesen Öffnungen jederseits einen kleinen Gang abziehen sehen und auf eine kurze Strecke weit verfolgen. An Schnitten ergiebt sich nun, dass die beiden Kanäle (Taf. V, Fig. 31 *Cs*), die von einem deutlichen, die Wandung bildenden Epithel umkleidet sind, auf der Ventralseite des Receptaculum in dasselbe einmünden.

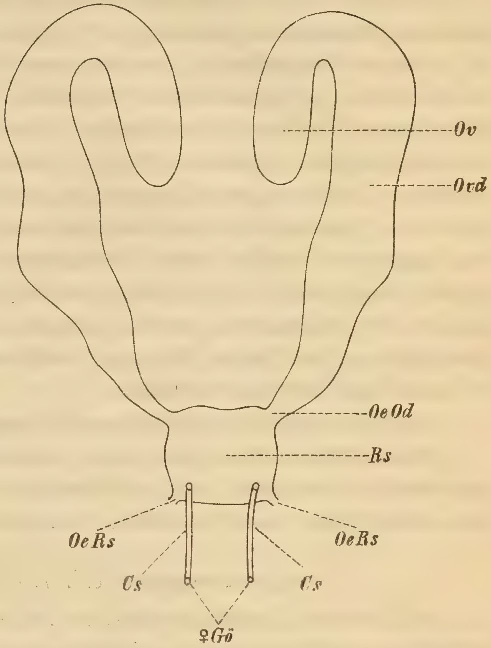


Fig. IV. Schematische Darstellung des ♀ Geschlechtsapparates von Gastrodelphys Clausii von der Ventralseite. *Cs*, Samenkanäle; ♀*Gö*, weibliche Geschlechtsöffnungen; *OeOd*, Einmündung des Oviductes in das Receptaculum seminis (*Rs*); *OeRs*, Ausmündungen des Receptaculum in den Matricalraum; *Ov*, Ovarium: *Ovd*, Oviduct.

Bei Betrachtung des Geschlechtsapparates ergiebt sich nun, dass die reifen Eier das Receptaculum passiren müssen[1], dortselbst befruchtet werden und hierauf durch die Öffnungen desselben in den Matricalraum gelangen, um hier ihre Entwicklung bis zum Naupliusstadium durchzumachen.

Der Dotter.

An Längsschnitten durch Weibchen findet man die oberhalb und seitwärts vom Darmkanale gelegene Leibeshöhle, und zwar nach vorn bis zum ersten Thorakalsegmente, nach hinten bis gegen das Abdomen reichend, von einer im durchfallenden Lichte schwach gelblich erscheinenden, granulären Masse — dem Dotter — ausgefüllt (Taf. V, Fig. 20, 21). Auf der Dorsalseite reicht dieselbe bis zur Muskulatur, auf der Ventralseite in der Medianlinie des Körpers bis zur Darmwandung, so dass der Darm förmlich in der Dottermasse eingebettet erscheint.

---

[1] Ein Verhältnis, wie es Thorell (30) auch für Notodelphyiden angab.

An tingirten Schnitten kann man nun bemerken, dass die scheinbar homogene Dottermasse sich aus polygonalen Zellen zusammensetzt. Bei stärkerer Vergrößerung bemerkt man nämlich in der Dottermasse verschiedene, polygonale Felder bildende, durch das Tinktionsmittel (Pikrokarmin) roth gefärbte Streifen, die die Zellgrenzen der Dotterzellen darstellen. Dieselben (Fig. 24) erscheinen aus zahllosen, verschiedene Größe zeigenden Kügelchen gebildet, und führen stets einen deutlichen, gewöhnlich excentrisch liegenden, ellipsoidischen Nucleus, von denen die größten einen Durchmesser von 13 μ besaßen. Der Nucleus liegt stets in einer feinkörnigen, schwach tingirten Masse — ähnlich der Zellsubstanz der Bindesubstanzzellen — eingebettet, die allmählich in den Dotter überging, und zeigte an manchen Schnitten eine ganz merkwürdige Struktur[1].

Der Dotter selbst nimmt keinen Farbstoff auf.

Diese Dottermassen, die auch Ovarien und Oviducte, sowie das Receptaculum umgeben, sind an Schnitten auch noch in den sich entwickelnden Embryonen in großen Quantitäten zu finden.

Der Matricalraum (Taf. V, Fig. 21, 22 *M*).

Wie bei den Notodelphyiden, so finden wir auch bei den Gastrodelphyiden am Hinterende des Körpers einen zur Beherbergung der reifen und befruchteten Eier dienenden Raum, in welchem dieselben bis zur Entwicklung des Embryo zum Nauplius verbleiben.

Dieser Matrical- oder Brutraum, wie man denselben auch seiner Funktion nach nennen kann, ist bei den Gastrodelphyiden, wie Schnitte ergeben, nichts Anderes, als eine Duplicatur des vierten Thorakalsegmentes.

Um das Verhältnis des Matricalraumes zum vierten Thorakalsegmente und zum Abdomen aufzuklären, sind Schnitte unerlässlich. Aus diesen geht Folgendes hervor:

Die Außenwand des Matricalraumes (Fig. 30) wird von dem, auch den übrigen Körper bedeckenden Chitinintegumente (*a*) gebildet. Diesem Chitinpanzer folgt nach innen eine als Chitinfasergewebe zu bezeichnende Lage (*b*), welche längs des ganzen Umfanges des Matricalraumes in sehr verschiedenen Zwischenräumen Balken (Stützfasern, **Kerschner**) nach innen bildet, welche Balken nach innen durch eine den Innenraum vollkommen auskleidende Lamelle (*La*), aus Chitinfasergewebe bestehend, verbunden werden. Auf diese Weise wird die dorsale, hintere und ventrale Wandung des Brutraumes aus verschiedenen großen wabigen Räumen gebildet, welche im Inneren von einer granulären Protoplasmalage (*c*) — der Matrix — die im Inneren auch hier und da ellipsoidische Kerne einschließt, ausgekleidet sind.

---

[1] Anscheinend waren es Mitosen, die aber bei der schlechten Konservirung nicht deutlich genug sichtbar waren.

Auf der Vorderseite geht die innere Lamelle des Matricalraumes in die hintere Begrenzung des letzten Thorakalsegmentes und des Abdomens über (Fig. 20, 25) und zwar in der Weise (man vgl. auch Fig. 28 *La*), dass die aus Chitinfasergewebe bestehende Lamelle an der vorderen zur Begrenzung des letzten Thorakalsegmentes übergehenden Stelle mit einer Reihe von Balken (*B*) mit der die Innenwand des Chitinpanzers auskleidenden und schon früher beschriebenen Chitinfasergewebslage in Verbindung tritt. Diese, den Matrical- und Thorakalraum begrenzende Lamelle ändert aber nach kurzer Zeit ihren histologischen Bau. Das Chitinfasergewebe geht in reines Chitin über, und dieses bildet dann auch die Ausmündungen des Receptaculum in den Matricalraum (Fig. 29) und die dorsale Wand des verjüngten, vierten Thorakalsegmentes und des Abdomens (Fig. 20). Schon im Thorakaltheile, besonders aber im Abdomen, gewinnt die Chitinlamelle an Mächtigkeit und lässt im Inneren dann ebenfalls wieder eine Chitinfaserlamelle (Fig. 30) erkennen, auf die dann die Matrixlage folgt.

Die Öffnung des Matricalraumes nach außen besteht in einem queren, unterhalb des Abdomens liegenden schlitzartigen Loche (Taf. V, Fig. 20 *Moe*; Taf. VI, Fig. 10 *Moe*). An Schnitten durch dasselbe kann man sehen, dass der äußere Chitinpanzer daselbst mittels einer Umbiegung und bei gleichzeitiger Auffaserung in die innere Lamelle übergeht.

Wie Serienschnitte lehren, kommt der Übergang der dorsalen bez. seitlichen Wandung des verjüngten, vierten Thorakalsegmentes in das innere Blatt des Matricalraumes dadurch zu Stande, dass die Wandung sich allmählich dem Chitinpanzer nähert (vgl. umstehende Holzschnitte).

Indem die durch Querbalken gebildeten wabenartigen Räume der Matricalwandung allmählich größer werden, wobei schließlich die Querbalkenzüge verschwinden, löst sich die innere Lamelle aus dem Zusammenhange mit dem Chitinpanzer zur Abgrenzung des verjüngten Abschnittes des vierten Thorakalsegmentes (vgl. Holzschnitt, Fig. V *d*, *Ths*) und als Fortsetzung desselben, durch eine Einbuchtung abgegrenzt, zur

Bildung des Abdomens (vgl. auch Holzschnitt Fig. III). An Längsschnitten durch Thiere, deren Matricalraum mit Eiern gefüllt ist, kann man ferner beobachten, dass sich die das letzte Thorakalsegment vom Matricalraume trennende Lamelle gegen den Thorakalraum vorwölbt, eine Beobachtung, die Thorell (30) und Kerschner (19) auch bei Notodelphyiden machen konnten.

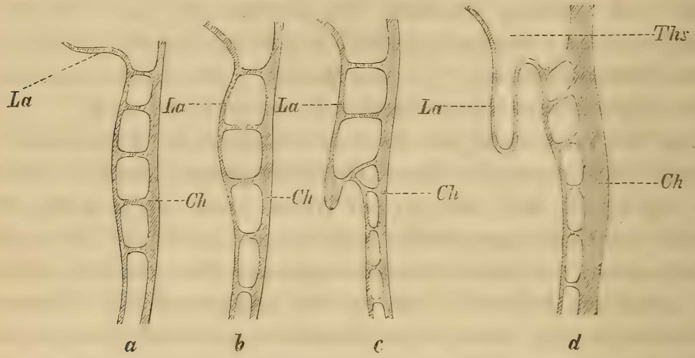


Fig. V. Aus einer Serie von Längsschnitten durch Gastrodelphys Clausii stammend, um die Bildung des verjüngten Abschnittes des ersten Thorakalsegmentes bez. des Abdomens zu zeigen. *Ch*, äußerer Chitinpanzer; *La*, innere Lamelle des Matricalraumes; *Ths*, verjüngter Theil des vierten Thorakalsegmentes.

Das Männchen von Gastrodelphys Clausii (Taf. V, Fig. 32—34).

Mir stand leider nur ein einziges mit Osmiumsäure behandeltes, aber so tief geschwärztes Männchen zur Verfügung, dass ich in nachfolgenden Zeilen nur Einiges über die äußere Form berichten kann.

Graeffe (l. c.) beschreibt das Männchen mit folgenden Worten.

»Das Männchen hat eine vom weiblichen Thiere abweichende Gestalt. Der ganze Körper ist nach dem gewöhnlichen Copepodentypus gebaut. Alle Segmente sind sich in der äußeren Form ähnlich, ohne seitliche Erweiterungen, wodurch das Thier eine länglich gestreckte Form erhält.

Der Cephalothorax mit seinen Theilen ist wie beim Weibchen gebaut, nur im Verhältnis zum Körper etwas breiter und das x-förmige Auge besser entwickelt, stärker roth pigmentirt.

Hinter dem Cephalothorax folgt ein fast eben so breites Segment, das ein Paar dreigliedrige Klammerfüße trägt. Das zweite Glied, dem kurzen ringförmigen Basalgliede eingefügt, ist das größte und längste. Demselben fügt sich ein kurzes quadratisches Glied an, mit welchem eine lange einschlagbare, fein gezähnelte Klaue gelenkig verbunden ist.

Diesem Segmente folgen vier fast gleich große Thorakalsegmente, von denen die zwei ersten je ein Paar Ruderfüße tragen, wie sie beim weiblichen Thiere beschrieben wurden, doch fehlt hier die Bestachelung des Zenker'schen Wirbelkörpers, der hier wie auch bei den Klammerfüßen aus einfachen oder in der Mitte durchbrochenen Chitinspangen besteht. Das dritte Segment trägt nur einen einästigen Ruderfuß und das vierte endlich an der Stelle des Fußes eine steife lange Borste. Die fünf Abdominalsegmente sind alle getrennt. Das zweite zeigt ein eigenthümliches Chitingerüst, bestehend aus zwei oberen Spangen, die von der Seite das Segment umfassen, in der Mitte eine querovale Stelle frei lassend. Diesen schließt sich unterhalb noch ein weiteres Paar Spangen an, von hakenförmiger Gestalt, die am äußeren Winkel einen gelenkig mit demselben verbundenen, frei nach unten ragenden Griffel tragen. Dieses Griffelpaar, das wohl ein Copulationsorgan darstellt, hat in der Gestalt eine Ähnlichkeit mit der Legeröhre gewisser Locustiden und ist wie diese seitlich zusammengedrückt, säbelförmig gebogen und feingezähnt an beiden Rändern.

An dieses zweite Segment schließen sich noch weitere drei, immer mehr sich verschmälernde Abdominalsegmente an, deren äußerstes Glied, wie beim weiblichen Thier, ein Paar zweigliedrige Furcalstücke trägt. Das letzte Furcalglied trägt zwei starke kurze Borsten, zwischen denselben befindet sich etwas nach innen gerückt eine haarähnliche, sehr bewegliche Borste.«

Diesen Mittheilungen Graeffe's kann ich Folgendes beifügen:

Die Länge des mir vorliegenden Männchens betrug 2 mm, die Breite im Vordertheile des Körpers 0,5 mm, eine Größe, die mit der von Graeffe[1] angegebenen übereinstimmt.

Stirnfortsatz, vordere und hintere Antennen, sowie die Mundtheile sind wie beim ♀ gebaut. Das auf den Cephalothorax folgende Thorakalglied trägt das erste zu Klammerfüßen umgewandelte Fußpaar (Fig. 33 *Kf*). Am konservirten Thiere war das dritte Glied mit dem daran stoßenden Klauengliede, das auf der Konkavseite gezähnelt ist, gegen das zweite Glied knieförmig eingeschlagen. Die vier folgenden Thorakalsegmente, die von vorn nach hinten an Breite abnehmen, wovon aber das vierte etwas verlängert erscheint, tragen deutliche Ruderfußpaare, von denen, entgegen der Angabe Graeffe's, auch das des dritten Segmentes deutlich zweiästig war. Das vierte Segment trägt keine steife, lange Borste, wie Graeffe angiebt, sondern einen verkümmerten, zweigliedrigen Ruderfuß.

---

[1] Graeffe (l. c.) giebt für das Männchen 2 mm Länge und 0,4 mm Breite an.

Eine deutliche Sonderung aller Abdominalsegmente konnte ich an meinem Exemplare nicht wahrnehmen. Die ersten, auf das letzte Thorakalsegment folgenden Segmente (nach Graeffe die ersten zwei enthaltend) setzen sich deutlich von dem verjüngten, die Furca tragenden und aus drei Gliedern bestehenden Endtheile ab.

Bevor der Vordertheil des Abdomens in den verjüngten Endtheil übergeht (nach Graeffe am zweiten Gliede), bildet derselbe rechts und links ein eigenthümliches, aus zwei gebogenen Chitinspangen bestehendes Chitingerüst, von welchem die obere Spange griffelförmig und am freien Ende gabelig getheilt erscheint, während die untere mehr hakenförmig geformt ist (Fig. 33 *Co*).

An diese untere hakenförmige Spange setzt sich ein beweglich eingelenktes, abgeplattetes, klauenförmiges Glied (Fig. 34 γ), das am Rande nicht gezähnt ist, wie Graeffe angiebt, sondern mit quer stehenden Riffen versehen ist. Die Länge dieses klauenförmigen Gliedes betrug 79 μ bei einer Breite von 26 μ an der Insertionsstelle.

Dass dieses Gebilde ein Copulationsorgan darstellt, ist mir sehr wahrscheinlich.

Der verjüngte Abdominaltheil des ♂, der, wie erwähnt, aus drei Gliedern besteht, wovon das letzte sich gabelt und so bereits an der Bildung der Furca Theil nimmt, endet auf jeder Seite der Gabel mit zwei Gliedern, von welchen jedes zwei Borsten trägt. Die zu innerst stehenden Borsten sind die kleinsten.

Nach Graeffe »finden sich beim Männchen zwei längliche, birnförmige Hoden im dritten Thorakalsegmente, von denen je ein gerader, schmaler Kanal abgeht, der sich dann nach unten stark erweitert, indem je eine große Spermatophore in diesem Vas deferens-Theile sich bildet. Die paarigen Geschlechtsöffnungen liegen im ersten Abdominalsegmente über dem Copulationsorgane neben der dort befindlichen Borste«.

Gastrodelphys Myxicolae nov. spec. (Taf. VI, VII).

Einen auf der Haut von Myxicola Sarsii schmarotzenden Copepoden beschreibt Sars (28) unter dem Namen Sabellacheres n. g. mit folgenden Worten:

Corpus feminae valde elongatum, lineare, subcylindricum, obscure aut prorsus non segmentatum. Caput oblongum, a thorace longissimo haud disjunctum antennis duabis brevibus pauciarticulatis, ore infero in rostrum breve conicum producto. Pedum thoracicorum tria paria, distantiora, quorum duo anterius sita, tertium in media longitudine corporis, omnia natatoria, biramosa, ramis triarticulatis. Abdomen minimum, triarticulatum. Sacculus oviferus unicus, maximus, cylindricus, dorsalis, cum extremitate corporis posteriore fere continuus. Mas ignotus.

Spec. Sabellacheres gracilis S.

Cuti Myxicolae Sarsii affixus, ad Tromsø Finnmarchiae.

Aus dieser kurzen Beschreibung geht hervor, dass Sars jedenfalls einen anderen parasitischen Copepoden, möglicherweise sogar eine Gastrodelphysart, beobachtet hat. Auch die Größe stimmt nicht mit unserer Form. Sars giebt nämlich 5 mm Länge für seinen Copepoden an.

Biologisches.

Das Weibchen von Gastrodelphys Myxicolae, das von mir bisnun nur allein beobachtet worden, lebt auf den Kiemen der Myxicola infundibulum Grube, einer zur Familie der Eriographiden gehörenden, in der Adria (bei Triest) nicht sehr häufigen Species. Es findet sich mit den hinteren Antennen an den Kiemenfäden und zwar in der Nähe der Basis der Kiemen angeheftet, während der Hinterleib frei zwischen den Kiemenfäden flottirt. Der Parasit ist nicht sehr häufig. An manchen großen Exemplaren konnte ich bis zu zwei Copepoden finden.

Von ihrem Wirthe losgelöste lebende Thiere zeigten auffallende, lebhafte Bewegungen, namentlich des Abdomens, und suchten rasch wieder ihr Nährthier auf.

Beschreibung des weiblichen Thieres.

Färbung.

Die Farbe des ♀ stimmt mit derjenigen der Kiemen von Myxicola so sehr überein, dass es aufmerksamer Musterung der Kiemen bedarf, um des Copepoden ansichtig zu werden. Die Grundfarbe ist schwach fleischroth, mit Ausnahme der erst bei stärkerer Vergrößerung sichtbaren, mit violett gefärbten Eiern[1] gefüllten Oviducte und des durch solche Eier prall gespannten Matricalraumes, sowie des durch das Pigment der Darmzellen braun gefärbten Darmkanales (Taf. VI, Fig. 1, 2).

Größe und Körperform.

Die Länge des lebenden ♀ betrug 2 mm, während die größte Breite an dem mit Eiern gefüllten Matricalraume etwas mehr als $1/3$ der Länge betrug.

---

[1] Die verschiedene Färbung der Eier in den Oviducten, die erst, wie auch Kerschner (19) angiebt, mit dem Auftreten des Dotters eintritt, ist auch bei zahlreichen Notodelphyiden bekannt. Ob dies gerade Anpassungserscheinungen sind, wie letzterer Autor vermuthet, dürfte wohl schwer zu entscheiden sein.

Der Umriss des Körpers ähnelt dem von Gastrodelphys Clausii, wenn gleich der Hintertheil des Brutraumes nie jene Abrundung zeigte, sondern stets in eine sanfte Spitze endigte.

Der Körper zerfällt nun durch Einschnitte, wie die früher ausführlich beschriebene Species, in einen triangulären, aus zwei Segmenten gebildeten Cephalothorax, der den Stirnfortsatz, die Antennen und die Mundtheile trägt, hierauf folgen vier deutliche, je ein Ruderfußpaar tragende Thorakalsegmente, woran sich auf das letzte Thorakalsegment ventralwärts das kurze Abdomen, und der dasselbe dorsalwärts überragende Matricalraum schließt.

Der Körper erscheint sowohl auf der Ober- wie Unterseite stark gewölbt, was oft so stark ausgeprägt ist (namentlich bei jüngeren Thieren), dass die Querschnitte (Taf. VII, Fig. 19—21) einen fast kreisförmigen Umriss zeigen.

Der Stirnfortsatz (Taf. VI, Fig. 2 *Stf*, Fig. 4) ist nur eine mediane Fortsetzung des vordersten Cephalothoraxtheiles und erscheint gegen die Ventralseite des Thieres umgeschlagen. Derselbe ist bei unserer Species bedeutend einfacher gebaut. Am Grunde zeigt er allerdings auch einen handhabenförmigen, bei Rückenlage des Thieres etwa rechteckig erscheinenden Theil, welcher an der Vorderseite sowohl als auch an den beiden Seitentheilen dellenförmig vertieft erscheint. Die Hinterseite verjüngt sich zu einem in eine Gabel sich spaltenden Fortsatz.

An dem verbreiterten Basaltheile konnte ich rechts und links je zwei kurze Borsten beobachten. Die Länge des Stirnfortsatzes betrug 0,162 mm.

Zu beiden Seiten des Stirnfortsatzes lenken sich nun die vorderen Antennen ein (Fig. 2 A_1, Fig. 3).

Dieselben haben einen von Gastrodelphys Clausii etwas abweichenden Bau, wesshalb sie hier beschrieben werden sollen.

Die Antennen, die ebenfalls fünfgliedrig sind und sich mit einem kurzen, als Coxalglied (*C*) zu bezeichnenden Fortsatze am Cephalothorax einlenken, besitzen nicht ein trapezartigen Umriss zeigendes, zweites Basalglied, sondern dasselbe ist verlängert und zeigt mehr oblongen Bau. Ausgezeichnet ist dasselbe durch eine in der Nähe der vorderen oberen Ecke befindliche, äußerst mächtige und S-förmig gebogene Chitinborste. An der oberen Kante finden sich ähnliche Borsten, wie sie von Gastr. Cl. bereits her bekannt sind.

Mit seiner hinteren abgerundeten Seite lenkt das zweite Basalglied in eine entsprechende Ausbuchtung des ersten hinein, während dieses auf der Hinter- und Unterseite durch zwei, einen stumpfen Winkel mit einander bildende, annähernd geradlinige Kanten begrenzt erscheint.

Erstes und zweites Basalglied bilden auf diese Weise annähernd ein Dreieck, dessen Scheitel die vordere obere Spitze des zweiten Gliedes, und dessen Basis die hintere Kante des ersten Gliedes bildet. Die obere Kante sowohl des ersten als besonders des zweiten Basalgliedes ist schwach bogenförmig gekrümmt.

Die hinteren Antennen sind ebenfalls zu Klammerorganen ausgebildet und stimmen in ihrem Bau so sehr mit denjenigen der früher beschriebenen Species überein, dass ich einfach auf jene Beschreibung und Abbildungen verweise.

An von dem Wirthe losgelösten Thieren liegen die Antennen gewöhnlich so, dass sie den Stirnfortsatz mit ihren Klauengliedern umgreifen.

Diese hinteren Antennen sind mit starken Muskelbündeln versehen und zeigen an lebenden Thieren eine außerordentliche Beweglichkeit. Sie sind die eigentlichen Haftorgane des Parasiten und finden hierbei nur noch vom Stirnfortsatze und dem Bauchwirbelkörper Unterstützung.

Die Mundtheile (Taf. VI, Fig. 5, 6) sind ähnlich gebaut, wie bei Gastrodelphys Clausii. Doch finden sich einige bemerkenswerthe Abweichungen.

Das aus Ober- und Unterlippe (*Ul*) gebildete Rostrum (vgl. Taf. VI, Fig. 13) erscheint sehr kurz, kegelstumpfartig. Der Rand der seitlichen Einbuchtungen der Unterlippe ist aber nicht, wie bei der früheren Species, glatt, sondern mit auswärts stehenden Chitinzähnen bewaffnet, welche nach hinten zu allmählich an Größe abnehmen.

Auf die innerhalb des Schlundes sich bewegenden Mandibeln folgen außen zwei Maxillarfußpaare (Mf_1, Mf_2), die ich an dem in Rede stehenden Objekte genauer studiren konnte.

Der erste Maxillarfuß (Mf_1) ist jederseits auf einer etwas gewölbten Chitinplatte (B_1), die als eine Art Basalglied erscheint, eingelenkt. Das bewegliche Glied selbst (Fig. 6 Mf_1) erscheint in der Profilansicht etwas gebogen und endet in drei Klauen, von denen die mittlere die größte und die untere die kleinste ist.

Das zweite Maxillarfußpaar (Mf_2) ist außerordentlich verkümmert und nur als ein zweigliedriger, tasterähnlicher Stummel entwickelt, der jederseits einer verlängerten, mit der stumpfen Spitze nach auswärts gerichteten Chitinplatte (B_2) aufsitzt. Auf den Cephalothorax folgen, durch eine tiefe Einschnürung deutlich davon abgesetzt, die vier Thorakalsegmente.

Das erste Thorakalsegment trägt das erste Ruderfußpaar (R_1) und den Bauchwirbelkörper (*Bw*).

Derselbe zeigt die schon früher eingehend beschriebene Form.

Zähne fand ich stets dreizehn; dieselben zeigten eine Länge von 78 μ und nie jene bei der vorhin besprochenen Species gewöhnlich anzutreffende Lanzenspitzenform, sondern sie verjüngten sich allmählich bis zur Spitze.

Vergleichender Theil. Ein Stirnfortsatz (Stirnschnabel der Autoren, Rostrum frontale) scheint bei parasitischen Copepoden nicht so selten zu sein. So beschreiben Thorell (30) und Sars (28) bei einer Reihe von Copepoden einen allerdings sehr einfach gebauten Stirnfortsatz und Wierzejski (33) und Rosoll (26) erwähnen ebenfalls eines solchen, Ersterer beim ♀ von Lichomolgus sepicola, Letzterer bei Ascomyzon comatulae. Einen ähnlichen, am Ende sich gabelnden Stirnfortsatz, wie er bei Gastrodelphys Myxicolae beschrieben worden, fand Claparède (14) bereits bei Sabelliphilus Sarsii ♀.

Schon dieser Forscher bemerkt, dass sich der Chitinpanzer des Rostrum an manchen Stellen verdünne und daselbst von wahren Poren durchbohrt werde. Das sei z. B. an zwei Punkten der Gabel der Fall. Insbesondere sehe man dies aber an vier Punkten des Stirnrandes und an zwei, in einigem Abstand von jenen an der Ventralseite.

»Diese Poren, sagt Claparède, welche zur Kommunikation der Leibeshöhle mit der Außenwelt dienen, sind zweifellos den haartragenden Poren anderer Crustaceen zu vergleichen.« Und über die Bedeutung des Stirnfortsatzes äußert sich derselbe Forscher folgendermaßen: »Ich zweifle nicht, dass das Rostrum, das bei Sabelliphilus so außerordentlich entwickelt ist, von diesen Crustaceen als ein Anker zum Festheften an den Geweben ihres Wirthes dient.«

Auch Claus (13) erwähnt des Stirnschnabels beim ♀ von Sabelliphilus Sarsii und wies denselben auch beim ♂ dieser Species, woselbst er allerdings gedrungener erscheint, nach.

Nach Claus tragen die von Claparède erwähnten Poren sehr zarte Fäden, die wahrscheinlich in die Kategorie von Sinnesorganen gehören, wie denn auch Claus kein Bedenken trägt, und wie mir scheint, mit Recht, diese Gebilde als Modifikationen des frontalen Sinnesorgans zu deuten.

Die Ruderfüße.

Dieselben zeigen bei unserer Species eine weitere Reduktion. Die Ruderfüße des ersten und zweiten Thorakalsegmentes, die in annähernd gleichen Abständen von der Medianlinie an den Seitentheilen des ventralen Panzers eingelenkt sind, sind gleichartig gebaut (Fig. 7). Dieselben sind einästig, besitzen ein kurzes, konisches Basalglied, auf welches ein kleines, warzenartiges Glied folgt, welchem die an der Basis zwei deutliche kurze Glieder besitzende gebogene Borste, die die Länge des Basalgliedes um das Doppelte übertrifft, aufsitzt.

Die Ruderfüße des dritten Thorakalsegmentes sind aber auffallend klein und rückgebildet (Fig. 8). Dieselben sitzen an den Seitentheilen des Segmentes und lassen nur ein sehr schmächtiges Basalglied und eine kurze Borste erkennen.

Die Ruderfüße des vierten Thorakalsegmentes (Fig. 9) sind aber wieder mehr entwickelt und zeigen einen ähnlichen Bau wie die der beiden ersten Segmente.

Das Abdomen (Fig. 2 *Abd*, Fig. 10).

Dasselbe erscheint nur aus einem etwas verbreiterten Gliede gebildet, an welches sich jederseits der zweigliedrige Ast der Furca (Schwanzgabel) schließt.

Das Abdomen ist im Verhältnis zur Größe des Körpers außerordentlich gering entwickelt und nur ein kleiner, stummelartiger Anhang auf der Ventralseite des Matricalraumes.

An der Theilungsstelle der beiden Furcaläste befindet sich die Afteröffnung (*A*). Die Furca selbst, deren Äste sich aus je zwei kurzen, kegelstumpfartigen Gliedern zusammensetzen, trägt am Ende jederseits eine sehr lange, sie selbst um das Mehrfache an Länge übertreffende starke Chitinborste, an deren Basis jederseits nach innen eine, nach außen zwei schwächere Borsten stehen.

Das Abdomen steht an lebenden Thieren unter einem spitzen Winkel vom Matricalraum ab und zeigt außerordentlich lebhafte Bewegungen, die für die Fortbewegung des Thieres selbst von größter Wichtigkeit sind. Wenn man die Parasiten von dem Nährthiere entfernt, so schlagen sie mit dem Abdomen so lebhaft nach rückwärts, dass sie in Folge des Rückstoßes ruckweise nach vorwärts geschnellt werden.

Wenn man das Abdomen umklappt (Fig. 10), so kann man am Ursprung des Abdomens eine querovale Öffnung von 0,117 mm Weite (*Moe*) bemerken, die die Mündung des Matricalraumes nach außen darstellt, und durch welche die Embryonen ins Freie gelangen. Etwas weiter nach vorn findet man zu beiden Seiten ein 5,7 μ messendes, kreisartig begrenztes Loch (♀ *Gö*) — die weiblichen Geschlechtsöffnungen (Mündungen der Samenkanäle nach außen).

Vom Bau des Körpers.

Das Chitinintegument.

Der Körper ist allseitig von der auf Schnitten zart lamellös erscheinenden Chitinschicht, die auf der Rücken- und Bauchseite im Mittel 3,5 μ Dicke erreicht, umgeben. Die Mächtigkeit des chitinigen Panzers ist durchaus nicht überall die gleiche. So ist dieselbe am Stirnfortsatze, den Antennen, und besonders im Matricalraum bei Weibchen, in welchen noch keine Embryonen zur Ausbildung kamen, und in Folge dessen derselbe noch nicht an Ausdehnung zugenommen, eine äußerst mächtige (man vgl. Taf. VI, Fig. 18).

Eine auf den Chitinpanzer nach innen folgende Chitinfasergewebsschicht, wie ich sie für Gastrod. Cl. beschrieben, konnte ich hier nicht auffinden. An lebenden Thieren konnte ich im Chitinpanzer an den verschiedensten Stellen Poren beobachten. Eben so konnte ich an manchen Stellen eine solche Streifung, wie ich sie schon früher beschrieben, bemerken.

Vergleichender Theil. Schon Claus (6) erwähnt bei Lernanthropus Kroyeri van Ben. die lamellöse Zusammensetzung der Chitinhaut, wovon man sich an Schnitten an den feinen parallelen Kontouren der natürlichen Schnittfläche überzeugen kann.

C. Heider (18) widmete dem Hautpanzer bei Lernanthropus eine größere Aufmerksamkeit. Derselbe sagt: »Wenn man den Querschnitt der Haut betrachtet, so erkennt man an derselben sehr deutlich ihre Schichtung, welche einen Schluss auf eine Dickenzunahme durch Anlagerung neuer Schichten nahelegen würde. Die Haut zeigt im Allgemeinen jenes sehr starke, für alle Chitintheile so bezeichnende Lichtbrechungsvermögen. Doch erkennen wir leicht Unterschiede des Lichtbrechungsvermögens ihrer verschiedenen Schichten. Denn abgesehen davon, dass jene Schichtung, von der wir schon früher gesprochen haben, sich nur durch das Lichtbrechungsvermögen, welches für die einzelnen Schichten verschieden ist, kenntlich macht, daher man auf dem Querschnitt dieselben als blassere und hellere, undeutlich begrenzte Streifen, die dem Außenrand gleichlaufen, erkennen kann, so lässt es sich auch deutlich erkennen, dass die äußeren Schichten des Panzers ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen haben, als die gegen die Weichtheile zu gelegenen.«

Eine solch' deutliche Chitinfasergewebsschicht, wie ich dieselbe bei Gastrodelphys Clausii so ausgeprägt vorgefunden, erwähnt Heider nicht. Ich sehe dieselbe als Übergangsstadium zu dem stark lichtbrechenden Chitinpanzer an, wie ich ja solche Übergänge an der das Innere des Matricalraumes auskleidenden Lamelle schon früher beschrieben habe.

Matrix.

Auf das Chitinintegument folgt nach innen zu die als Matrix fungirende Protoplasmalage, die eine Abgrenzung in deutliche Zellenbezirke nicht erkennen ließ. Diese Lage, die an Schnittpräparaten fein granulär erscheint, führt, hart dem Panzer anliegend, kugelige oder mehr ellipsoidische Kerne von 4 μ Durchmesser.

Sowohl an Längs- als auch an Querschnitten durch gut konservirte[1] Thiere kann man sich überzeugen, dass die die Matrix darstellende Protoplasmalage an verschiedenen Stellen des Körpers sehr verschiedene Mächtigkeit besitzt (vgl. Taf. VII, Fig. 22).

Während man an manchen Stellen nur eine dünne, zarte Lage beobachtet, übertrifft dieselbe in anderen kernführenden Theilen wieder oft um das Vier- bis Fünffache die Dicke des Chitinpanzers.

An allen Schnitten aber kann man den Zusammenhang der Matrix mit den Ausläufern der Bindesubstanzzellen bemerken.

Vergleichender Theil. Über die unter dem Chitinpanzer liegende Matrix lauten die Angaben der Beobachter bei den Copepoden sehr verschieden.

Nach Claus (5) unterscheidet man an der Haut von Cyclopsine unter der chitinisirten Lage eine zellige Schicht von weicher Beschaffenheit. Dieselbe besteht aus Kernen, welche in molekulärer Zwischenmasse zerstreut liegen; sie hat offenbar die Bedeutung einer Schicht undeutlich geschiedener Zellen, welche durch Ausscheidung die homogene Cuticula bilden.

In seiner Arbeit über die freilebenden Copepoden (9) sagt derselbe Forscher Folgendes über die Matrix (p. 34):

»Bei einzelnen Cyclopsarten bemerkt man in der Cuticula eine enge und unregelmäßige Felderung, in welcher stärkere und dünnere Stellen mit einander alterniren. Zwischen kleinen rhomboidalen Feldern markirt sich ein System zarter Linien, welche ich für Furchen und Rinnen an der inneren Fläche des Panzers halte.«

Und weiter (p. 35): »Die Matrix der Cuticula finde ich bei größeren marinen Formen sehr deutlich aus scharf umgrenzten Zellen zusammengesetzt und einem regelmäßigen Epithel ähnlich unter dem Panzer ausgebreitet, z. B. Cetochilus. Allein nicht bei allen Formen zeigen sich diese Verhältnisse scharf und deutlich, am wenigsten bei den Cyclopiden und Harpactiden, deren Gewebe überhaupt nicht zur Untersuchung geeignet ist. Wenn ich indess bei den letzteren die secernirende Unterlage nur aus Kernen und molekularer Zwischenmasse zusammengesetzt finde, so möchte ich doch nicht unbedingt die Existenz der Zellmembranen leugnen.«

---

[1] Die Tödtung der Thiere geschah mit warmer koncentrirter Sublimatlösung und mittels Pikrinschwefelsäure (nach Kleinenberg).

E. Haeckel (17) bezeichnet die unter dem Panzer liegende epitheliale Zellenschicht als Chitinogenmembran, im Anschlusse an seine früheren Mittheilungen über die Gewebe des Flusskrebses[1].

Nach Salensky (27) besteht die an die Cuticula sich dicht anlegende Hypodermis bei Sphaeronella aus einer Schicht schöner, großer, polygonaler Zellen. Diese messen 0,012 mm, besitzen eine deutliche Membran, einen nicht weniger deutlichen Kern und ein feinkörniges Protoplasma.

Die Zellen liegen im Allgemeinen dicht an einander gedrängt, lassen jedoch an einigen Stellen zwischen sich eine dünne stärker lichtbrechende Intercellularsubstanz wahrnehmen.

Vejdovský (32) beschreibt die dicht an die Cuticula sich anlegende Hypodermis bei Tracheliastes als eine aus schönen, polygonalen Zellen, welche ein helles Protoplasma mit deutlicher Membran und Kern besitzen, bestehende Schicht.

Heider (18) konnte bei Lernanthropus in der Matrix keine Zellgrenzen beobachten. »Es zeigen sich — und das verdient besonders hervorgehoben zu werden — an der Matrix keine Zellgrenzen, so dass sie nicht als eigentliches Epithel bezeichnet werden darf, auch liegen in ihr nicht gesonderte Zellen, sondern sie zeigt sich als Grundmasse mit eingelagerten Kernen.«

An den Stellen, an welchen die Matrix deutlich zu sehen war, zeigt sich dieselbe nach Heider regelmäßig gleichmäßig und fein gekörnelt. »Dort, wo ein Kern in ihr eingelagert ist, ist sie ein wenig verdickt, zeigt aber sonst auch keine weiteren Veränderungen. Gegen innen zu scheint sie von keiner Membran überkleidet zu sein. An allen Thieren, welche mit Reagentien behandelt waren, zeigte die Matrix ein stark gekörneltes, wenig durchsichtiges Aussehen.«

Kerschner (19) erwähnt, dass nach Behandlung der Körperbedeckung bei Notodelphyiden mit Chlorpalladium eine netzförmige Zeichnung auftrete, die wohl die Grenzen der Zellbezirke der Matrix vorstellen dürfte.

---

[1] Müller's Archiv. p. 519. 1857.

Giesbrecht (15) fand indessen wieder bei Notodelphyiden (Notopterophorus elatus), dass die Chitinhaut des Körpers zum Unterschiede von den Anhängen nirgends eine zellige Matrix besitzt.

Von der Bindesubstanz des Körpers.

Die Bindesubstanz setzt sich aus sehr verschiedenen Elementen zusammen, die sich histologisch auch deutlich charakterisiren.

Wenn man Querschnitte von dem Vordertheil des Körpers stammend, durchmustert (Taf. VII, Fig. 19, 22 *Bz*), so findet man die Bindesubstanz zusammengesetzt aus verschiedenartig sternförmige Äste aussendenden und mit diesen unter einander in Verbindung stehenden Zellen, die entweder rundliche oder mehr ellipsoidische Kerne von verschiedener Größe führen.

Die fein granuläre Zellsubstanz dieser Zellen zeichnet sich dadurch aus, dass sie Tinktionsmittel (Pikrokarmin) nicht besonders aufnimmt.

Zwischen diesen sternförmigen Bindesubstanzzellen finden sich aber auch Zellen, welche mehr rundliche oder polygonale Umgrenzung zeigen (Fig. 19 Bz_2), die bedeutend größer und auch intensiver tingirt sind. Dieselben zeigen einen großen rundlichen oder ellipsoidischen Nucleus von 11 μ Durchmesser.

Zwischen den einzelnen Bindesubstanzzellen finden sich nun zahlreiche, verschiedene Größe zeigende, Hohlräume, die der Bindesubstanz ein spongiöses Aussehen verleihen, und die im lebenden Thiere mit Fett- oder Dottertropfen erfüllt sind.

In der Mitte und im Hintertheile des Körpers wird die Bindesubstanz kompakter. Wenn man einen Längsschnitt durchmustert, so findet man unterhalb des Darmes (Fig. 23) auch in der Matrixlage größere abgerundete, stärker tingirte Zellen (Bz_1). An diese schließen sich nach innen größere polygonale Zellen, deren Kerne intensiv tingirt sind, ein distinktes großes Kernkörperchen führen (Bz_2) und einen Durchmesser von 11 μ besitzen. Diese Zellen dürften wohl den bei Gastrod. Cl. beschriebenen einzelligen Drüsen entsprechen.

Unterhalb und längs des Darmkanals konnte ich dann noch auf Schnitten eigenthümlich spindelförmige Form zeigende Zellen beobachten (Bz_3), deren Zellsubstanz intensiv tingirt war, und die einen großen ellipsoidischen, 21 μ Durchmesser zeigenden, stark tingirten Kern, der zahlreiche Kernkörperchen besitzt, führten. In manchen Kernen (Fig. 24) konnte ich ein deutliches Chromatingerüst beobachten.

Mehrere dieser großen Kerne zeigten in verschiedenen Schnitten das Aussehen, als ob sie in ein ganzes Bündel von Kernen zerfallen wären.

Vergleichender Theil. Die Bindesubstanz bei parasitischen Copepoden ist noch wenig studirt. Der erste Beobachter, dem wir eingehendere Mittheilungen darüber bei Lernanthropus verdanken, ist C. Heider (18).

Derselbe sagt Folgendes: Das Bindegewebe durchzieht den ganzen Körper in Form von Netzen, Balken und Platten, welche alle Organe mit einander verbinden. An lebenden Thieren zeigt sich dasselbe an günstigen Stellen als ein zwischen den Organen ausgebreitetes, glashelles zartes Netz oder Balkenwerk, welches ganz gleichförmig durchsichtig oder ganz fein gekörnelt erscheint. Hier und dort liegt ein größeres Korn eingebettet. In der Grundmasse sieht man an manchen Stellen kleine Zellen eingelagert, in welchen Heider die eigentlichen Bindesubstanzzellen erblickt. Dieselben sind meist langgestreckt, oder doch länglich, von sehr wechselnder und unregelmäßiger Gestalt. Im Allgemeinen kann man doch als Grundform eine langgestreckt spindelförmige oder in mehrere Ausläufer ausgehende Zelle aufstellen. Die Grundsubstanz dieser Zellen kann gleichmäßig durchsichtig und glashell erscheinen, in den meisten beobachtet man aber in den Zellen eine große Zahl stark lichtbrechender Kügelchen — welche an kleine Fettkugeln erinnern — gleichmäßig vertheilt. Eigentliche Fettzellen oder Fettgewebe konnte Heider bei Lernanthropus nicht bemerken. Im Zellkörper konnte stets ein deutlicher Kern mit einem stark lichtbrechenden kugelförmigen Innenkörper und ein denselben umgebender, heller Hof beobachtet werden.

Wenn wir nun die Verhältnisse bei Gastrodelphys Myxicolae an guten Präparaten studiren, so wird Einem die Analogie mit dem bei Lernanthropus Beschriebenen nicht entgehen. Die verschiedenen Bindesubstanzzellen (vgl. Taf. VII, Fig. 22) stehen mit ihren Ausläufern auch mit der als Matrix des Panzers erscheinenden protoplasmatischen Lage in Zusammenhang. Die Kerne derselben sind außerordentlich variabel. Während in den äußeren Schichten gewöhnlich kleinere, starke Granulation zeigende Nuclei gesehen werden können, kann man in den die Geschlechtsorgane und den Darm umgebenden Bindesubstanzlagen Kerne beobachten, die die früher erwähnten um das Mehrfache an Größe übertreffen, stets ein deutliches, intensiv tingirtes Kernkörperchen und einen dasselbe umgebenden, hellen Hof zeigen.

An lebenden Thieren sieht man das ganze Gewebe von gelblichen Fett- oder Dottertröpfchen durchsetzt, die denselben auch die charakteristische Farbe verleihen.

Einzellige, in der Bindesubstanz des Körpers eingebettete, durch feine Hautporen nach außen mündende Drüsen sind bekanntlich bei parasitischen Copepoden keine Seltenheit.

Wenn gleich dieselben auch nicht jene typische Ausbildung besitzen, wie wir sie seit den Untersuchungen Leydig's (23) und Claus' (12) von Argulus kennen, so finden sich doch auch Andeutungen von deutlichen Ausführungsgängen, wie ich sie besonders bei Gastrodelphys Clausii beobachten konnte. Es dürften diese Zellen der von Heider (18) beschriebenen ersten Art von Drüsenzellen, die sich in der Matrix des ganzen Körpers und in den angrenzenden Theilen des Bindegewebes von Lernanthropus vorfinden, entsprechen.

Über die Bedeutung dieser einzelligen Hautdrüsen wage ich nur eine Vermuthung zu äußern. Sie dürften dazu dienen, den Hautpanzer stets schlüpfrig zu erhalten.

Muskulatur.

Dieselbe erscheint an frischen Thieren deutlich quergestreift und ist in ihren Hauptzügen ähnlich angeordnet wie bei Gastrodelphys Clausii, so dass ich einfach auf die frühere Beschreibung verweisen kann.

Darmkanal (Taf. VI, Fig. 2, 15, 18; Taf. VII, Fig. 19, 20).

Am Darmkanale können wir ebenfalls eine Mundöffnung, einen Schlund, einen Ösophagus, einen Mittel- und Enddarm unterscheiden.

Was das Allgemeine im Baue des Vorderdarmes (Schlund und Ösophagus) betrifft, so herrscht eine große Übereinstimmung mit dem früher Beschriebenen, so dass ich einfach darauf verweise. Nur Mittel- und Enddarm zeigen sich schon makroskopisch deutlich von einander abgegrenzt.

An lebenden Thieren kann man den Darmkanal als ein rothbraunes Organ, das lebhafte Kontraktionen zeigt, und die für den Austritt der Fäces von Wichtigkeit sind, beobachten.

Der Mitteldarm erscheint als ein von vorn nach hinten sich allmählich erweiterndes Rohr, das ungefähr in der Mitte des Körpers eine starke Einschnürung bildet, wie dies Veidovský (32) auch für Tracheliastes polycolpus beschreibt, und dann in den kurzen, im Anfangstheile wieder etwas anschwellenden Enddarm, der zwischen den Furcalästen mit dem After endet, übergeht.

Über den Inhalt des Darmes bemerke ich nur, dass mir derselbe als eine rothbraune Flüssigkeit erschien, wie dies Graeffe (16) auch für Gastrodelphys Clausii erwähnt.

Histologie des Darmkanales.

Mundöffnung, Schlund und Ösophagus sind ausgekleidet von einer chitinigen Intima (Taf. VI, Fig. 14, 15 *I*), die nur als Fortsetzung des äußeren Integumentes erscheint (vgl. Fig. 13).

Auf die Intima folgt nach außen eine aus kubischen Zellen gebildete, mit deutlichen Nuclei versehene Zellenlage (Fig. 15), welche allmählich in den Mitteldarm übergeht.

Der Mitteldarm selbst besteht zu äußerst aus einer etwa 4 μ messenden Tunica propria, der nach innen das Darmepithel aufsitzt. Dasselbe besteht aus polygonalen Zellen (Taf. VII, Fig. 26), die annähernd kubisch gebaut sind und eine Höhe von 17 μ erreichen. Auf der dem Lumen zugekehrten Seite zeigen sämmtliche Mitteldarmzellen einen homogenen Saum, der bei stärkerer Vergrößerung als nach innen mit verschiedenen Zacken endigend sich erweist, ein Verhältnis, welches Heider (18) auch für Lernanthropus beschreibt. Die Höhe dieser wohl nur als Fortsetzung der chitinigen Intima des Ösophagus zu betrachtenden Säume betrug bis zu 5,7 μ.

Die Zellsubstanz der nach innen kuppelförmig vorgewölbten Zellen erscheint fein granulär, und die Kerne derselben, die mehr kugelige oder ellipsoidische Form besitzen, führen distinkte Nucleoli. Ihr Durchmesser zeigt durchschnittlich 7 μ.

Während der Mitteldarm in seiner gesammten Ausdehnung von den beschriebenen kubischen Zellen ausgekleidet erscheint, ändert sich das Verhältnis am Übergange in den Enddarm.

Derselbe (Fig. 18 *Ed*) ist in der Nähe der Einschnürung noch von niedrigen kubischen Zellen ausgekleidet, der gesammte erweiterte Theil ist aber von niedrigen, 3,6 μ Höhe erreichenden, polygonalen plattenförmigen Zellen ausgekleidet (Taf. VII, Fig. 27), welche erst am Endtheile wieder allmählich an Höhe zunehmen (Taf. VII, Fig. 25) und kubisch werden.

Die Zellen, die auf der dem Darmlumen zugekehrten Seite ebenfalls mit einem homogenen, 2 μ Höhe erreichenden Saume, der aber nicht diese Zacken, wie im Mitteldarme, zeigte, bekleidet sind, bestehen aus fein granulirter Zellsubstanz und führen ellipsoidische Kerne von 8,6 μ Längs- und 5,7 μ Querdurchmesser. Die Zellen zeigen an der den Kern führenden Stelle stets eine kleine Vorwölbung.

An der verjüngten Stelle des Enddarmes nimmt das Epithel an Höhe zu, wird wieder kubisch (Taf. VII, Fig. 25). Auch der Saum, der daselbst feine Querstreifung zeigt, gewinnt an Breite. Sämmtliche Zellen des Darmkanales, sowohl diejenigen des Mittel- als auch die des

Enddarmes besitzen sepiabraunes feinkörniges Pigment, das an Schnitten allerdings nicht mehr zu sehen ist. Nur an dem hintersten Theile des Enddarmes schienen die Zellen pigmentfrei zu sein.

Nervensystem (Taf. VI, Fig. 14—18).

Das Nervensystem hat im Allgemeinen dieselbe Form, wie sie bei Gastrod. Cl. beschrieben worden.

Von besonderer Mächtigkeit sind die beiden vom Oberschlundganglion (*Obg*) jederseits ausgehenden und die beiden vorderen Antennen versorgenden Nervenstränge (*An*). Dieselben zeigen sich an Längsschnitten (Fig. 17) im Inneren aus zarten Fibrillen zusammengesetzt, die außen von einem deutlichen Ganglienzellenbelage, dessen rundliche Kerne einen Durchmesser von 7 μ durchschnittlich besitzen, umgeben sind. Das Oberschlundganglion (Fig. 15 *Obg*) zeigt auf Querschnitten auf der Ventralseite eine Aushöhlung, in welcher der Ösophagus (*Oes*) verläuft. Dasselbe ist etwas abgeplattet und zeigt zu beiden Seiten einen mächtigen Ganglienzellenbelag, dessen rundliche Kerne sich intensiv färben. In der Mitte zeigte dasselbe ein sehr feines aus Fibrillen bestehendes Netz (sog. Punktsubstanz).

Ober- und Unterschlundganglion sind durch zwei mächtige Kommissuren, die den Schlundring bilden, verbunden (Fig. 14). Der Schlundring liegt dem Ösophagus dicht an.

Das Unterschlundganglion (*Utg*), welches längs der Ventralseite des vorderen Theiles des Mitteldarmes liegt, zeigt annähernd die schon früher beschriebene Form. Im Inneren lässt dasselbe deutlich fibrillären Bau erkennen, während ein dichter Ganglienzellenbelag, der auf der Ventralseite bedeutend mächtiger als auf der Dorsalseite ist, dasselbe außen begrenzt. Nach hinten verjüngt sich dasselbe in den Bauchnervenstrang (*Bnst*), der an Schnitten längs des ganzen Mitteldarmes verlaufend, beobachtet werden konnte (Fig. 18 *Bnst*). Derselbe zeigt sich aus Fibrillen zusammengesetzt, und ließ an seinem Anfange noch deutliche Ganglienzellen erkennen.

Wenn man das Unterschlundganglion an Querschnitten durchmustert (Taf. VI, Fig. 15; Taf. VII, Fig. 19 *Utg*), so fällt Einem die deutlich abgeplattete Form, namentlich in seinem hinteren Theile, auf. An seinem Vordertheile zeigt dasselbe, eben so wie das Oberschlundganglion, eine rinnenförmige Einbuchtung für den Ösophagus. An solchen Schnitten kann man ferner erkennen, dass das Unterschlundganglion aus zwei Hälften besteht, deren Scheidewand in der Medianebene durch eine Lage von Ganglienzellen markirt ist. Auf der dem Ösophagus anliegenden Dorsalseite des Unterschlundganglions bemerkte ich auffallend wenige Ganglienzellen, während auf der Ventralseite, die in der Medianlinie auch eine kleine Vorstülpung erkennen ließ, zahlreiche Ganglienzellen, bez. deren Kerne, zu sehen waren.

Der Ganglienzellenbelag ist sowohl im Ober- wie Unterschlundganglion kein kontinuirlicher, sondern, wie Schnitte ergeben (Fig. 15), finden sich zwischen den Ganglienzellen inselartige Ausbreitungen des Fibrillennetzes.

Auch der Bauchnervenstrang (Fig. 16) setzt sich deutlich aus zwei Hälften zusammen, wie Querschnitte lehrten. Ja an manchen Schnitten schien es mir (Fig. 16), als ob die beiden Hälften in der Medianebene durch eine sehr zarte Membran getrennt wären.

Im Vordertheile des Unterschlundganglions konnte ich auf der Ventralseite einen starken Nervenstrang (*rb*) abgehen sehen, der an seinem Ursprunge mit einem deutlichen Ganglienzellenbelage versehen war, und der Schlund- und Mundtheile mit Nerven versorgt. Ich nenne denselben desshalb auch Ramus buccalis.

Während die Kerne der Ganglienzellen, die so ziemlich überall die gleiche Größe (7 μ) zeigten, intensiv tingirt waren, zeigte sich die Zellsubstanz derselben, die übrigens nur spärlich vorhanden ist, fast gar nicht tingirt, eben so wie das Fibrillennetz (Punktsubstanz). Ich bemerke noch, dass sowohl Ober- als auch Unterschlundganglion, eben so wie der Bauchnervenstrang von einer deutlichen, zarten Membran, in der ich nirgends Kerne nachweisen konnte, umschlossen ist.

Vergleichender Theil. Wenn gleich sich nach den vorstehenden Erörterungen das Nervensystem der Gastrodelphyiden an das für die Corycaeiden gültige Schema [vgl. Claus (9)] anschließt, so weicht dasselbe doch nicht unbedeutend von dem bisher bei parasitischen Copepoden Bekannten ab.

Eine solche Ausbildung des Oberschlundganglions, wie sie in den vorausgehenden Blättern beschrieben wurde, erwähnen die beiden Forscher, denen Schnitte zur Verfügung standen, nämlich Kerschner (19) weder bei den Notodelphyiden, noch Heider (18) bei Lernanthropus, während der histologische Bau im Allgemeinen (innere Faserschicht, äußerer Ganglienzellenbelag und umhüllende Membran) von allen Forschern, die sich mit parasitischen Copepoden beschäftigt haben, übereinstimmend geschildert wird.

Interessant für mich ist die (nach Krohn) gemachte Angabe Leuckart's (22), wonach sich bei Notopterophorus von der in den vordersten Thorakalsegmenten gelegenen Ganglienmasse neben anderen Nerven zwei durch Stärke ausgezeichnete Nervenäste sich bis in das Abdomen hinein verfolgen ließen. Sollte sich hier eine Theilung des aus zwei Hälften bestehenden Bauchnervenstranges vorfinden?

Sinnesorgane.

Von Sinnesorganen wäre in erster Linie das Auge (Fig. 11, 14) zu erwähnen. An lebenden Thieren bemerkt man auf der Rückenfläche des Cephalothorax einen aus braunrothem, grobkörnigem Pigment bestehenden x-förmigen Fleck, an dem sich jederseits zwei ovale, etwas stärker das Licht brechende Felder — die Linsen (*L*) — schließen. Schnitte durch das Thier ergeben nun, dass das Auge aus drei Linsen[1] besteht (Fig. 14 L), wovon zwei oben, eine mittlere unpaare aber in der Tiefe liegt. Die drei Linsen sind an Schnitten durch breite Zwischenräume getrennt, die am lebenden Thiere von dem röthlichbraunen Pigmente ausgefüllt werden (Pigmentbecher). Jede der drei Linsen war von einer deutlichen Membran, und alle drei außerdem noch von einer gemeinsamen solchen umhüllt. Im Inneren zeigten dieselben Granulation und deutliche, dieselbe Tinktion besitzende Nuclei wie die Ganglienzellen.

Wie Schnitte lehren, liegt das Auge in einer Einbuchtung des Oberschlundganglions am Vordertheile desselben zwischen dem Ursprunge der beiden Antennennerven.

Neben den verschiedenen Borsten und Haaren an den Antennen, die jedenfalls auch als Tastwerkzeuge fungiren dürften, bemerkte ich an lebenden Thieren auch am Chitinpanzer an verschiedenen Stellen (so besonders am dritten Thorakalsegmente), zarte Haare, denen man wohl Tastfunktion zuschreiben muss. Diese Tasthaare sind außerordentlich zart gebaut und führen im Inneren protoplasmatische Substanz.

Geschlechtsorgane.

Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen auch hier aus den paarigen Ovarien, den beiden Oviducten, dem Receptaculum seminis und den beiden Samenkanälen mit den äußeren Geschlechtsöffnungen.

Ovarien und Oviducte.

Die Ovarien konnte ich an lebenden Thieren nicht beobachten, da sie durch den violett gefärbten Inhalt der Oviducte verdeckt waren.

---

[1] Wie Thorell (30), Buchholz (4) und Kerschner (19) auch für Notodelphyiden, C. Heider (18) für Lernanthropus und Graeffe (16) für Gastrodelphys Clausii angiebt.

Wie aber eine nähere Untersuchung an Schnitten ergiebt, bilden Ovarien und Oviducte zwei oberhalb des Darmkanales liegende ∩-förmige Schleifen, deren innere Schenkel wie bei der früheren Species die Ovarien, deren äußere Schenkel die Oviducte darstellen.

Die Ovarien selbst (Taf. VII, Fig. 22 Ov_1) erscheinen als oval begrenzte, von einer deutlichen Wandung umgebene Schläuche mit Zellen dicht gefüllt, deren Kerne an den Schnitten fast sämmtlich Mitosen zeigten. An der Übergangsstelle des inneren in den äußeren Schenkel (Taf. VII, Fig. 22 Ov_2) konnte man bereits deutliche Eizellen beobachten, deren Zellsubstanz fein granulär, und die von einander deutlich abgegrenzt waren, deren Keimbläschen schön ellipsoidische Form und einen Längsdurchmesser von 14 μ besaßen und im Inneren ein deutliches scharf tingirtes Chromatingerüst und einen von einem lichten Hof umgebenen, intensiv gefärbten, 4 μ messenden Nucleolus führten. Die die Keimbläschen einbettende Zellsubstanz erschien durch helle Linien in verschiedene, schmale oblonge Form zeigende Portionen getheilt, die wohl die einzelnen, durch den gegenseitigen Druck so deformirten Zellenterritorien darstellen.

Schon an der Übergangsstelle des inneren in den äußeren Schenkel, der hier noch als Ovarium fungirt, bemerkt man eine allmähliche Volumsvergrößerung dieses letzteren.

In seinem weiteren Verlaufe, der nun als Oviduct fungirt, legt sich der äußere Schenkel dicht dem Mittel- und Enddarme an (Taf. VII, Fig. 20 *Ovd*).

Die Ausdehnung der Oviducte ist, entsprechend der Eibildung, eine sehr verschiedene. So reichten dieselben an Individuen, deren Matricalraum noch ohne Eier war, bis in das zweite Thorakalsegment.

Die Membran, welche den sich nach hinten allmählich erweiternden Oviduct begrenzt (Taf. VI, Fig. 18 *Ovd*), lässt an seiner Wandung deutliche, intensiv tingirte, abgeplattete Kerne erkennen.

Das Innere des Oviducts ist jederseits mit reifenden Eiern gefüllt, die verschiedenen polygonalen oder auch mehr rundlichen Umriss zeigen, und die im Inneren ein großes, auf Längsschnitten kreisförmig begrenztes, 51 μ Durchmesser zeigendes Keimbläschen führen, welches von einer deutlichen Membran umgeben ist und im Inneren feine Granulation und in der Regel zwei scharf tingirte Kernkörperchen verschiedener Größe führt.

Die Zellsubstanz der Eizellen erscheint grob granulär.

Beide Oviducte begleiten nun, knapp der Darmwandung anliegend, den Darmkanal und münden jederseits unterhalb der blasenartigen Erweiterung des Enddarmes unter Bildung einer Verjüngung in das Receptaculum ein. Eine Epithelzellenschicht, analog wie bei Gastrodelphys Clausii, konnte ich auch bei dieser Species an dem Übergange der Oviducte in das Receptaculum beobachten. Jedenfalls funktionirt auch dieses Epithel als eine schalenbereitende Drüse.

Receptaculum seminis (Taf. VII, Fig. 21, 25 *Rs*).

Dasselbe erscheint als ein unterhalb des Enddarmes liegender, an Querschnitten etwa dreiseitige Form zeigender Sack, der außen von einer deutlichen Membran, die gewissermaßen als eine Fortsetzung der Oviductmembran erscheint, umgeben ist, und der nach innen eine aus fein granulirtem Protoplasma bestehende Lage, die zahlreiche ellipsoidische Kerne führt, folgt.

Im Inneren des Receptaculum konnte an den Schnitten eine aus feinen Fäden bestehende verfilzte Masse (Spermatozoen?) wahrgenommen werden.

Wie bei der früheren Species so mündet auch bei Gastrodelphys Myxicolae das Receptaculum durch zwei kurze Gänge (Taf. VII, Fig. 25 *OeRs*) in den Matricalraum. Die beiden in diesen letzteren führenden Gänge sind von einer Chitinmembran, die nur eine Fortsetzung der das Innere des Matricalraumes begrenzenden Lamelle (*La*) ist, ausgekleidet. An der Einmündungsstelle des Receptaculum in die Gänge befinden sich mehrere starke Muskelbündel (*m*), die zur Erweiterung der Öffnung beim Durchtritte der reifen Eier in den Matricalraum dienen.

Samenkanäle.

Dieselben beginnen mit den beiden äußeren Geschlechtsöffnungen (Taf. VI, Fig. 10 ♀ *Gö*) und münden getrennt in den Ventraltheil des Receptaculum ein. Dieselben sind in ihrem Anfangstheile mit einer chitinigen Intima (der Fortsetzung des äußeren Integumentes) ausgekleidet, der nach außen eine zellige, mit deutlichen Kernen versehene Matrix folgt.

Wie aus der voranstehenden Schilderung ersichtlich, müssen auch hier die reifen Eier, um befruchtet zu werden, das Receptaculum passiren, um von hier aus befruchtet in den Matricalraum zu gelangen und daselbst ihre Entwicklung bis zum Nauplius durchzumachen.

Vergleichender Theil. Die weiblichen Geschlechtsorgane der Gastrodelphyiden lassen nur in Bezug auf den Bau der Ovarien und die Bildung der Eizellen einen Vergleich mit denselben Organen bei den

Notodelphyiden zu, während sie in Bezug auf die Endapparate der Geschlechtsorgane (Receptaculum, Samenkanäle) wesentliche Abweichungen von denselben zeigen.

Thorell (30) unterschied bei den Notodelphyiden zwei Paar von Ovarien (wofür er auch die Oviducte ansah), an welche sich jederseits ein blasenförmiges Receptaculum schloss. Nur bei Doropygus pulex glaubte er deren zwei jederseits beobachtet zu haben.

Auf der Unterseite des ersten Abdominalsegments befindet sich bei Doropygus etc. nach Thorell eine Vertiefung, in die eine kurze schmale Röhre einmündet. Von dieser gehen zwei Gänge zu den Receptacula, und da dieselben mit den Ovarien in Verbindung stehen, so würden auf diesem Wege die Spermatozoen in die Receptacula bez. zu den Ovarien geleitet. Die Eier nehmen dann ihren Weg zum Brutraum durch die Receptacula.

Claus (7) betrachtete bei Notodelphys ascidicola Ovarien und Oviducte zusammen als Ovarien, während er den Matricalraum als Uterus ansah.

Nach Buchholz (4) bestehen die weiblichen Geschlechtsorgane mit Ausnahme von Ascidicola, bei allen eigentlichen Notodelphyiden aus zwei Paaren von Ovarien, die jederseits neben dem Darmkanale als cylindrische Schläuche innerhalb des Thorax gelegen sind, wozu noch bei Doropygus, Botachus und Notodelphys zwei Paar blasenförmiger Receptacula[1] kommen sollen.

Die beiden Ovarien bilden nach demselben Beobachter nur bei Notodelphys zwei am vorderen Ende völlig freie, neben einander an dem Seitenrande des Rückens verlaufende Schläuche, welche sich mit ihrem hinteren Ende an den Brutraum dicht anlegen, bei den übrigen Gattungen bilden sie vielmehr zwei über einander liegende Röhren, welche an der Grenze zwischen Kopf und Thorax schlingenförmig in einander übergehen.

»Der Zusammenhang zwischen beiden Röhren scheint mir ein derartiger zu sein, dass es wohl kaum gerechtfertigt erscheint, denselben als eine Verwachsung zweier selbständiger Ovarien anzusehen, sondern anstatt vier bei denselben vielmehr jederseits nur ein einfaches Ovarium anzunehmen sein dürfte, welches aus zwei, vorn in einander übergehenden Schenkeln besteht. Nur bei Goniodelphys erscheint die Bildung dieser Organe noch einfacher, indem hier jederseits nur ein einfacher Ovarialschlauch vorhanden ist, welcher keinen zurücklaufenden Schenkel bildet.

---

[1] Ein Befund, den Buchholz wohl Thorell's Angabe (30), wonach bei Doropygus pulex zwei Paar Receptacula vorkommen sollten, entnahm.

Ein besonderer, neben diesen Ovarialschläuchen vorhandener Keimstock, welcher als ein unpaares Organ bei allen freilebenden Copepoden vorhanden ist, ist bei den Notodelphyiden nicht vorhanden und scheint mir auch aus dem inneren Bau der Eiröhren hervorzugehen, dass dieselben als die eigentlichen Bildungsstätten der Eier, und keineswegs als bloße Eileiter fungiren.«

Erst Kerschner (19) gelang es, über diese Verhältnisse bei den Notodelphyiden ins Klare zu kommen.

Der Eierstock besteht nach diesem Beobachter als unpaares, im ersten Brustringe gelegenes Organ, das nach unten zu in zwei Hörner ausgezogen ist. Seine Produkte, die Eierfäden, gelangen in die Oviducte, die auf eine kurze Strecke im Cephalothorax ungetheilt verlaufen, sich jedoch schon innerhalb desselben spalten und einen seitlichen, tiefer gelegenen, Fortsätze in die drei ersten Brustringe aussendenden und bei starker Füllung im vorletzten Brustringe noch nach aufwärts gebogenen Hauptast, und einen mehr nach innen und oben gelegenen Blindsack bilden, der, am Ende stark erweitert, im ausgebauchten vierten Brustringe schließt.

Vom Porus genitalis, der an der Unterseite des ersten Abdominalringes liegt, geht die bereits von Thorell richtig erkannte Röhre ab, die sich in die beiden, zu den Samenbehältern, von denen jederseits einer vorhanden ist, führenden Kanäle (Canaliculi seminales, Thorell) theilt.

Schon Kerschner beobachtete an lebenden Thieren um die Samenkanäle eine, nach Tinktion als einschichtiges, aus kubischen Zellen bestehendes, Epithel sich erweisende Zellenlage.

Die Oviducte öffnen sich jederseits in den Matricalraum und sind daselbst von einem Chitinringe gestützt und mit einer Genitalklappe versehen. Vom Samenbehälter führt jederseits ein kurzer Kanal zu dieser Öffnung.

Ein Durchgang der Eier durch den Samenbehälter, wie ihn Thorell annahm, ist nun nach Kerschner nicht nothwendig, um die Befruchtung zu erklären. Dieselbe findet erst beim Austritt aus dem mütterlichen Körper, wie auch bei den freilebenden Copepoden, statt.

Heider (18) beschreibt bei Lernanthropus paarige Ovarien, die im vordersten Theile des freien Bruststücks (also im zweiten Brustsegment) über dem Darm liegen.

Die Ovarien sind von einer deutlichen Membran umgeben und biegen dann nach rückwärts um, um in die Eileiter überzugehen.

Bei Lernanthropus ist nur eine einzige Samenblase vorhanden, wie sie auch Wierzejski (33) für Lichomolgus sepicola und Della Valle (31) für Lichomolgus Sarsii angiebt.

Eine ausführliche Schilderung des Geschlechtsapparates bei Notodelphyiden (Doropygus) giebt W. Giesbrecht (15). Nach diesem Forscher besitzen alle Weibchen des Genus Doropygus in ihrem Vorderkörper zwei U-förmige, scharf umgebogene Schläuche, die mit der Biegung nach vorn sehen, und die an diesem vorderen Ende, das im ersten Brustringe liegt, durch eine unpaare Querbrücke verbunden sind. Jeder der beiden U-förmigen Schläuche hat einen blind endigenden Schenkel, der mehr dorsal und medial liegt und einen offenen, in die Matricalhöhle ausmündenden, der mehr ventral und lateral gelegen ist. Was ihren Bau betrifft, so bestehen diese Schläuche aus einer strukturlosen Tunica propria, die innen vollständig mit einem einfachen Epithel bedeckt ist, dessen Zellen dicht bei einander liegen und etwa so hoch wie breit sind.

Nach der Bildung der Eizellen, die periodisch vor sich geht, kann man nun nach Giesbrecht zu gleicher Zeit nicht von einem Ovarium und Oviduct sprechen, sondern die beschriebenen Schläuche fungiren in ihrem ganzen Verlaufe als Ovarien, später aber, nach Ablösung der Keimepithelzellen übernehmen dieselben, ebenfalls in ihrem ganzen Verlaufe, die Funktion der Oviducte.

Nach Graeffe (16) liegen die Ovarien beim ♀ von Gastrodelphys Clausii zu beiden Seiten des Magens in den Thorakalsegmenten, bis in alle lappenförmigen Ausbuchtungen derselben sich erstreckend. Von dem Segment, welches das zweite Fußpaar trägt, erstreckt sich beiderseits das Ovarium bis in das Segment, welches in den Matricalraum führt, und zwar in der Mittellinie tiefer herabsteigend. In reifen Weibchen erkennt man die reihenweise im Ovarium angeordneten Eier. Wie die Eier aus dem Ovarium in den angrenzenden Brutraum treten, gelang Graeffe nicht ausfindig zu machen.

Aus dieser Beschreibung ist zu entnehmen, dass Graeffe das eigentliche Ovarium gar nicht gesehen, sondern nur die mit reifen Eiern gefüllten Oviducte für dieselben gehalten hat. Eben so beobachtete Graeffe bereits die beiden äußeren Geschlechtsöffnungen und die beiden Samenkanäle, die er für Samenblasen anspricht.

Bildung der Eizellen.

Die Bildung der Eizellen bei den Gastrodelphyiden glaube ich hier besonders erörtern zu sollen, weil, wie unten ausführlich angegeben werden soll, die Entstehung derselben bei den verschiedenen parasitischen Copepoden auf sehr verschiedene Weise vor sich geht.

Wie Schnitte durch gut konservirte Thiere lehren (Taf. VII, Fig. 22 Ov_1), bilden sich die Eizellen aus den im inneren Schenkel des Ovarium vorfindlichen Zellen, und zwar sind es stets die vorderen Partien desselben, in denen stets zahlreiche Mitosen vorgefunden werden können, während der hintere Theil des Schenkels gewissermaßen ein latentes Keimlager darstellt. Auf diese Weise können zu jeder Zeit und ununterbrochen Eizellen gebildet werden. Dass dies thatsächlich stattfindet, kann man an zu verschiedenen Zeiten gefundenen Thieren beobachten, in denen die Oviducte die verschiedensten Dimensionen annehmen können.

Die Eizellen, die sich durch den im vorderen Schenkel des Ovarium eintretenden Theilungsprocess gebildet haben, häufen sich an dem Übergange des inneren in den äußeren Schenkel und noch eine kurze Strecke in diesem letzteren an und nehmen gegen den Oviduct hin allmählich an Größe zu. Im Oviduct ordnen sich die Eizellen reihenweise und nehmen daselbst auch, wahrscheinlich in Folge von Diffusion durch die Oviductmembran, die die Oviducte und die Ovarien rings umgebenden Dottermassen auf[1].

Ganz eigenthümlich ist das besonders an Längsschnitten (Taf. VI, Fig. 18) zu bemerkende, fast unvermittelte Übergehen der neu gebildeten Eizellen (Ov_2) und der im Oviducte vorfindlichen reifenden Eier. Die im Anfangstheile des äußeren Schenkels befindlichen Zellen zeigen dunkle Zell- und Kernfärbung, während die reifen Eizellen durch die geringe Aufnahme des Tinktionsmittels einen merkwürdigen Kontrast zu jenen bilden.

Die reifen Eier wandern nun, nachdem sie sich aus dem Verbande mit den übrigen gelöst haben, wie bereits erwähnt, in das Receptaculum, und werden dort nach der Befruchtung in den Matricalraum entleert[2]. Hierselbst machen dieselben ihre Entwicklung bis zum Naupliusstadium durch, eine Erscheinung, die bereits Kerschner (19) und Giesbrecht (15) bei Notodelphyiden und Graeffe (16) bei Gastrodelphys Clausii beobachteten, um dann mit der Eihülle durch die Matricalöffnung nach außen zu gelangen.

---

[1] An den von mir in Schnittserien zerlegten Exemplaren von Gastrodelphys Myxicolae konnte ich keine solche, aus Dotterzellen sich zusammensetzende Dottermasse, wie bei Gastrod. Cl. beobachten. Jedenfalls geht die Bildung dieser Dottermassen erst in späteren Entwicklungsstadien — und dann vielleicht periodisch — vor sich, wie ich auch an jugendlichen Individuen von Gastrodelphys Clausii, deren Matricalraum noch keine Eier führte, Dottermassen nicht bemerken konnte. Leider standen mir, um diese interessante Frage zu entscheiden, ältere Exemplare von Gastrodelphys Myxicolae nicht zur Verfügung.

[2] Selbstverständlich sind es immer die endständigen Eier, die zuerst in das Receptaculum gelangen.

Die ins Freie gelangten Embryonen (Taf. VI, Fig. 12), die ovoide, nach hinten etwas zugespitzte Form zeigten, hatten hell violette Farbe und ließen im Inneren noch eine Reihe größerer und kleinerer Fett- oder Dottertröpfchen (*Dot*) erkennen.

Während das vordere Ruderfußpaar derselben eingliedrig erscheint, sind die beiden hinteren zweigliedrig, und ist das Endglied sowohl am zweiten als auch am dritten Ruderfußpaare zweiästig.

Die vorderen Ruderfüße tragen am Ende je zwei Borsten, eine größere und eine kleinere. Die zweigliedrigen Äste der beiden hinteren Gliedmaßen sind ebenfalls je mit zwei solchen Borsten besetzt.

Als Auge erscheint der bekannte, aus rothbraunen großen Pigmentkörnchen bestehende x-förmige Pigmentfleck zwischen dem vorderen Ruderfußpaare.

Interessant ist der Vorgang des Ausstoßens der Embryonen aus dem Matricalraum, den ich an lebenden Weibchen beobachten konnte.

Die Embryonen, die im Matricalraum bereits lebhafte Bewegungen zeigen, werden nun durch die Bewegungen des Weibchens, die jedenfalls eine Verkleinerung des Lumens des Brutraumes zur Folge haben, bei der unter dem Abdomen befindlichen Öffnung hinausgedrängt und verlassen, indem sie während des Hinausgehens durch die Öffnung alle möglichen Formen annehmen, den Brutraum. Dies Hinausbefördern der Embryonen gleicht förmlich einem Hinauspressen derselben.

Das Abdomen schlägt das Weibchen während des Hinausbeförderns der Embryonen, die der Reihe nach den Matricalraum verlassen, lebhaft in die Höhe, und die Bewegungen desselben unterstützen jedenfalls auch das Hinausdrängen der Brut.

Vergleichender Theil. Die Bildung der Eizellen geht bei der den Gastrodelphyiden am nächsten verwandten Gruppe, den Notodelphyiden, in sehr merkwürdiger, von den ersteren abweichender Weise vor sich.

Während Thorell (30) sich über die Eizellenbildung nicht näher ausspricht, fand Buchholz (4) bei Doropygus gibber in den mittleren und oberen Abschnitten des Ovarium Eier von verschiedener Entwicklung, welche an der zarten Wandung des Ovarialrohres befestigt[1], mehr oder weniger starke Ausbuchtungen desselben verursachten. Diese Eier waren bereits von einem körnigen Dotter umgeben und lagen nicht dicht gedrängt, sondern ließen verschieden große Zwischenräume zwischen sich frei, in welchen zarte Zellen an den Wandungen des Schlauches befindlich waren, welche die eigentlichen Keimzellen darstellten. Eine Sonderung des Ovarium in einen keimbereitenden und dotterbildenden Abschnitt fand Buchholz nicht, sondern die Keimzellen entstehen gleichmäßig durch das ganze Ovarium zwischen den Eiern. Nur bei Goniodelphys schien ihm die Keimzellenbildung auf den vordersten Abschnitt des Ovarialschlauches beschränkt zu sein, indem hier die hinteren, an den Uterus (Matricalraum) angrenzenden Partien desselben dichtgedrängte, große Eier enthielten, welche schon ganz die Entwicklung der im Uterus befindlichen besaßen, während sie nach vorn zu an Größe abnahmen.

---

[1] Buchholz sah hier jedenfalls die verschieden reifen Eier im Oviducte.

Nach Kerschner (19) schnüren sich bei Notodelphyiden von dem Ovarium Eierfäden ab, welche dann in die Oviducte gelangen. In diesen letzteren befinden sich außer nahezu reifen Eiern, Schnüre oder Fäden anderer Eier verschiedener Größen, von denen ein in der Mitte gelegenes die übrigen an Größe bedeutend übertrifft, neben nahezu reifen Eiern, auch wenn für die nächste Zeit eine Eiablage bevorsteht.

Das sich rascher entwickelnde Ei dürfte nach Erlangung der nöthigen Größe abgestoßen werden; welches Loos die anderen Eier des Fadens erfahren, konnte Kerschner nicht ermitteln.

Giesbrecht (15), der sich eingehend mit der Eibildung bei Notodelphyiden beschäftigte, sah schon bei älteren Thieren (Notopterophorus) des vorletzten Entwicklungsstadiums[1] an den Ovarialschläuchen Veränderungen auftreten. Erstens wächst der Querdurchmesser der paarigen Theile, und zweitens fängt das Epithel an, sich von der Wandung der Schläuche zu lösen. Dieser Process beginnt an dem vorderen Ende, in der unpaarigen Brücke und den benachbarten paarigen Stücken und schreitet nach hinten zu allmählich fort, so dass man an Schnittserien die vorderen Schlauchstücke bereits mit den abgelösten Zellen erfüllt findet, während die hinteren noch leer und mit dem Epithel bekleidet sind. Dazwischen giebt es dann eine Strecke, wo die abgelösten Eizellen der vorderen Theile in das, von noch festhaftenden Epithelzellen umgebene Lumen der hinteren Theile hineinragen, und an Querschnitten durch solche Stücke kann man sich leicht von der Identität der noch anhaftenden Epithel- und der schon abgelösten Eizellen überzeugen. Die Epithelzellen lösen sich nicht einzeln, sondern in Längsreihen los, wodurch die Anordnung in Schnüren entsteht.

---

[1] Im Stadium vor der letzten Häutung.

Nach dem Processe der Ablösung der Keimzellen, die nicht etwa von der Begattung eingeleitet, sondern schon vor der letzten Häutung des Weibchens beginnt, findet man nach Giesbrecht von dem Keimepithel nichts mehr auf der Wandung der Schläuche. Die Schlauchwand lässt nunmehr keine Zellgrenzen erkennen. Dieselbe besteht aus einer äußeren strukturlosen Tunica propria, die innen von einer Protoplasmaschicht bedeckt ist. Diese Schicht schwillt an manchen Stellen an und führt in diesen Anschwellungen Kerne. Nach Ablösung des Keimepithels liegen die Kerne einzeln in geringer Entfernung neben einander; bald aber, wenn der Schlauch sich dehnt, treten statt der einzelnen Kerne Kerngruppen von zwei bis sechs Kernen auf, die immer weiter aus einander rücken, je mehr der Schlauch anschwillt. Diese Kerne und die Protoplasmaschicht, die in allen Punkten des Ovarialschlauches zu finden ist, sind nach Giesbrecht schon vielleicht vor Abstoßung des Keimepithels vorhanden.

Der Inhalt der Ovarialschläuche besteht nun überall aus den abgestoßenen Eizellen, die sämmtlich in Form von Schnüren an einander gereiht sind. Die Eizellen in den Schnüren sind gegen einander abgeflacht. Die Eizellen selbst besitzen daselbst keine Membran.

Kurze Zeit nach der Ablösung der Eierschnüre sind dieselben überall fast gleich dick; bald aber beginnen einzelne Eizellen stärker zu wachsen. Dabei nimmt nur der Zellenleib, nicht das Keimbläschen, an Größe zu. Andere nehmen fettartige Tröpfchen auf, die verschiedene Färbung besitzen. Diese Tröpfchen existiren nach Giesbrecht nicht etwa bereits außerhalb der Eizellen, sondern dieselben müssen im gelösten Zustande in die Ovarialschläuche gelangen.

Durch Aufnahme dieser Dotterkörnchen wachsen die Eizellen rasch und können die Wand der Ovarialschläuche bis auf das Zehnfache ihres ursprünglichen Durchmessers ausdehnen. Wenn diese Eizellen ihre endgültige Größe erreicht, wandern sie in den Matricalraum.

Nach dem Austritt der Eier aus dem nun in Folge dessen collabirten Ovarialschlauch, besteht der Inhalt desselben aus den zurückgebliebenen Eierschnüren.

Nirgends findet sich etwa ein koncentrirtes protoplasmatisches Keimlager.

Wenn man aber — nach Giesbrecht — an gefärbten Thieren den Ovarialschlauch unmittelbar nach einer Eilegung herauspräparirt, so bemerkt man hier und da tief tingirte Flecke, und man sieht ferner, dass die Windungen der Eierschnüre in der Umgebung dieser Flecke immer zahlreicher, die Eierschnüre dünner und die Eizellen immer kleiner werden, bis sie sich im Centrum der Flecke verlieren. Diese

Flecke sind Knäuel von bald kugeliger bald mehr unregelmäßiger Form, in welche ein Stück der Eierschnur hineingeht und aus der ein anderes austritt.

Der ganze Knäuel besteht ebenfalls aus Eizellen, die nach der Mitte zu sehr klein werden, und die ebenfalls in Schnüren angeordnet zu sein scheinen.

Diese Knäuel hält nun Giesbrecht für die Keimherde, d. h. für die Centren der nachträglichen permanenten Eizellenbildung.

Wenn gleich die erwähnten Schilderungen der Bildung der Eizellen bei den Notodelphyiden so sehr von derjenigen bei den Gastrodelphyiden abweichen, so wurden doch auch Beobachtungen an parasitischen Copepoden — die zwar den Gastrodelphyiden nicht sehr nahe stehen — gemacht, die an die Eizellenbildung bei den letzteren erinnern.

So besteht nach Ed. van Beneden (2)[1] der Geschlechtsapparat von Chondracanthus cornutus aus einem an seinem inneren, kolbig erweiterten Ende geschlossenen Schlauch, an welchem seitliche Ausbuchtungen ansitzen, welche im geschlechtsreifen Thier eine bedeutende Entwicklung erreichen. In dem blinden Ende des Schlauches liegt ein fein granulirtes, helles Protoplasma, in welches Kerne mit Kernkörperchen eingebettet sind. Diese Kerne werden zu dem Keimbläschen der jungen Eier, indem sich rings um sie ein Theil der gemeinschaftlichen Protoplasmamasse zu einem besonderen Zellkörper abgrenzt. Diese jungen Eichen rücken im Genitalschlauche immer weiter vor und werden durch die in ihnen auftretenden Dotterelemente immer dunkler und undurchsichtiger.

Wenn nun van Beneden die seitlichen Blindschläuche, deren Eier mit zahlreichen Dotterkügelchen versehen sind, im Gegensatze zum blindgeschlossenen Ende, dem Ovarium, Dotterstock nennt, so ist dies eine Willkür, die schon Ludwig (25) mit Recht zurückgewiesen hat. Aber auch Ludwig's Deutung, wonach die vermeintlichen Dotterstöcke van Beneden's »Keimstöcke« seien, scheint mir eine irrthümliche zu sein, denn diese Blindschläuche führen reifende Eier und fungiren als Oviducte — Befunde, wie man sie auch bei den Gastrodelphyiden antreffen kann.

Matricalraum.

Während der Matricalraum, wenn er mit Eiern gefüllt ist, eine ganz bedeutende Größe einnimmt, erscheint derselbe an Thieren, in welchen er noch frei von Eiern ist, an Längsschnitten als ein etwa dreieckig begrenzter Raum, der auf Querschnitten (Taf. VII, Fig. 21 *M*) ovalförmigen Umriss zeigt.

---

[1] Man vgl. auch Ludwig (25) p. 125.

Der Matricalraum ist im Inneren von der auch den Hintertheil des letzten Thorakalsegmentes und des Abdomens begrenzenden Chitinlamelle (*La*) ausgekleidet, welche in einem bestimmten Abstande vom äußeren Chitinpanzer, der daselbst bedeutend verdickt ist und nach innen zahlreiche Vorsprünge bildet, verläuft und mit diesen letzteren durch zahlreiche Lamellen (Stützfasern), welche eine Art von wabigen Räumen zwischen innerer Lamelle und äußerem Chitinpanzer bilden, verbunden ist (Taf. VII, Fig. 21).

Diese wabigen Räume, die mehr abgerundete Form und sehr verschiedene Größe zeigen, sind im Inneren ausgekleidet von einer protoplasmatischen Lage, die zahlreiche Kerne führt, und die wohl als die Matrix der inneren Lamelle und des äußeren Chitinpanzers erscheint.

Die innere Lamelle des Matricalraumes bildet in jugendlichen Individuen zahlreiche gegen das Lumen vorspringende Falten, die bei der Vergrößerung des Raumes nach Ablage der befruchteten Eier in denselben jedenfalls verschwinden.

Die Ausmündung des Matricalraumes nach außen stellt einen kurzen Gang dar (Taf. VII, Fig. 25 *Moe*), der durch Muskelbündel (m_1), die sich an der Hinterwand dieses Ganges fixiren, erweitert werden kann.

Zwischen äußerem Chitinintegument und davon abstehender innerer Lamelle konnte ich in der Wandung des Matricalraumes, unterhalb der Ausmündung desselben nach außen, mehrere größere, sich intensiver tingirende, rundliche Zellen (*Z*) beobachten, die vielleicht als einzellige Drüsen fungiren.

Vergleichender Theil. Als Hauptmerkmal der Gastrodelphyiden wird man künftighin eben so wie bei den Notodelphyiden den Brutraum [Matricalhöhle Thorell (30)] ansehen müssen.

Derselbe ist bei den Gastrodelphyiden nur eine Duplikatur des letzten Thorakalsegmentes und wie bei den Notodelphyiden außer Kontakt mit der Leibeshöhle. Während aber bei diesen letzteren die Duplikatur von sehr verschiedenen Thorakalsegmenten (vierten bez. fünften und zweiten) ausgehen kann, entspringt dieselbe bei den Gastrodelphyiden konstant vom vierten Brustsegmente.

Dass der Brutraum nicht der Leibeshöhle angehört, sondern als eine außerhalb derselben entwickelte, durch Duplikaturenbildung der Körperwand entstandene Kavität zu deuten ist, diese Ansicht wurde erst verhältnismäßig spät begründet.

Abgesehen von Allmann (1), dem ersten Beobachter eines Brutraumes bei Notodelphyiden, dessen Angabe wohl zu allgemein gehalten ist, war es besonders THORELL (30), der verdiente Notodelphyidenforscher, der dem Brutraume (oder Matricalhöhle, wie er denselben nannte) größere Aufmerksamkeit zuwendete.

THORELL bezeichnete die Matricalkavität als eine Duplikatur der Körperbedeckung, welche inwendig mit einer Haut (der inneren Lamelle) bekleidet ist und nach hinten in die chitinöse Membran übergeht[1].

Während so THORELL eine vollständig richtige Auffassung des Brutraumes besaß, kann man dies von anderen Beobachtern der Notodelphyiden nicht behaupten. So kam CLAUS (7) bei Notodelphys ascidicola über den Matricalraum nicht ins Klare, indem er sagt: »Die Ovarien erweitern sich in dem letzten Thorakalschnitt zu einem Sacke, dessen Form genau der Auftreibung des Thorax entspricht.«

Auch in einer späteren Arbeit (10) spricht sich derselbe Forscher über den Brutraum nicht deutlich aus, indem er denselben als eine »unförmige Auftreibung gewisser mit Zeugungsstoffen gefüllter Körperpartien« bezeichnet. An einem anderen Orte (9) erwähnt CLAUS bei den Notodelphyiden eine Erweiterung der hinteren Thorakalsegmente zu einem umfangreichen Brutraum.

In seiner späteren Arbeit (11) scheint CLAUS der richtigen Deutung des Matricalraumes näher gekommen zu sein, denn er spricht (bei Ascidicola) von einer Auflösung der Matricalduplikatur des fünften Brustsegmentes in zwei Blätter.

Auch BUCHHOLZ (4), dem wir eine Reihe von Beobachtungen über Notodelphyiden verdanken, dachte sich den Brutraum innerhalb der Leibeshöhle gelegen, indem er von einer Umbildung der letzten Thorakalsegmente zu einem vergrößerten Theile, dem sog. Matricaltheile THORELL's, spricht. Der innere Brutraum ist nach BUCHHOLZ von einer sehr zarten Uterusmembran begrenzt.

Während so die schon vor einer Reihe von Jahren aufgestellte richtige Ansicht THORELL's vollkommen verkannt wurde, verschafften derselben die Untersuchungen BRADY's (3), dann besonders KERSCHNER's (19) und GIESBRECHT's (15) Anerkennung.

Nach KERSCHNER (l. c.) entspringt die Brutraumduplikatur bei den Notodelphyiden von verschiedenen Segmenten. Bei der ersten Gruppe (Notodelphys, etc.) entspringt dieselbe vom vierten Thorakalsegmente, während sie bei Gunentophorus und Paryphes vom zweiten Segmente ihren Ursprung nimmt.

Über den feineren Bau des Matricalraumes erfahren wir auch bei

---

[1] Vgl. auch GIESBRECHT (15) p. 343, Anm. 4.

Kerschner nichts, während Giesbrecht (15) die interessante Angabe macht, dass die innere Lamelle der dorsalen Wand des Brutraumes bei Notopterophorus aus einer besonders dicken Chitinmembran besteht.

Derselbe Forscher macht schließlich auf die Faltung der inneren Lamelle der Brutraum-Duplikatur in der Nähe ihres Ansatzes aufmerksam; Giesbrecht glaubt, dass dieselbe dazu dient, die spätere starke Ausdehnung des Brutraumes zu ermöglichen.

Dieser Ansicht kann ich nur beipflichten.

An Schnitten durch junge ♀ von Gastrodelphys Myxicolae (Taf. VI, Fig. 18), in welchen der Matricalraum noch keine Eier führt, kann man nicht allein eine bedeutende Faltung der inneren Lamelle (*La*) beobachten, sondern auch der äußere Chitinpanzer lässt eine solche erkennen.

An Thieren aber, in welchen der Matricalraum mit Embryonen angefüllt war, konnte man die innere Lamelle ohne Faltenbildung und nahe dem Panzer liegend, beobachten (vgl. Taf. V, Fig. 20, 21).

Der letzte Beobachter Graeffe (16) ist sich über den Matricalraum bei Gastrodelphys Clausii nicht klar geworden. Abgesehen davon, dass derselbe irrthümlicherweise das letzte Thorakalsegment als ein wahrscheinlich aus der Verschmelzung zweier Segmente hervorgegangenes Genitalsegment betrachtet, scheint er den Matricalraum als der Leibeshöhle angehörend anzusehen, indem er erwähnt, dass die weite innere Höhlung (wohl jedenfalls des Genitalsegmentes) zu einem Brutraum umgeschaffen sei.

Theoretische Betrachtungen.

Über die Stellung des Genus Gastrodelphys im Systeme.

Graeffe (16) stellt Gastrodelphys Clausii trotz der saugenden Mundtheile nur des Brutraumes und der paarigen Geschlechtsorgane halber zu den Notodelphyiden.

Dieser Ansicht kann ich mich durchaus nicht anschließen. Ich betrachte mit Claus (11) im Gegensatze zu Kossmann (20, 21) gerade die Bildung der Mundwerkzeuge als treffliches Merkmal, natürliche Gruppen unter den parasitischen Copepoden zu bilden, wie der Versuch von Claus zur Genüge gelehrt.

Wenn wir nun die Mundtheile der Gastrodelphyiden betrachten, den kurzen, konischen, aus Ober- und Unterlippe gebildeten Saugrüssel, die stechenden, mit Zähnen versehenen Mandibeln und die beiden Maxillipeds, so wird man nicht umhin können, dieselben zu den Siphonostomen zu stellen, um so mehr, wenn wir dann noch die Geschlechtsorgane (paarige Ovarien und unpaares Receptaculum seminis) mit in Betracht ziehen, die auffallende Analogien mit verschiedenen Siphonostomen (Chondracanthus, Lernanthropus) darbieten.

Durch die Ausbildung eines Matricalraumes schließen sich die Gastrodelphyiden an die Notodelphyiden an. Ich betrachte aber die weiteren Eigenthümlichkeiten derselben (Stirnfortsatz, Saugnapf der hinteren Antennen, Bauchwirbelkörper) für charakteristisch genug, um für dieselben eine eigene Familie zu schaffen, die, als erste der Siphonostomen, den Übergang der mit beißenden Mundtheilen versehenen Notodelphyiden zu den Siphonostomen vermittelt.

Die Genusdiagnose würde sich folgendermaßen stellen lassen.

Siphonostomata.

Fam. Gastrodelphyidae.

Genus Gastrodelphys.

Parasitische, auf den Kiemenfäden von Röhrenwürmern schmarotzende Siphonostomen, mit kurzem konischen Saugrüssel, mit Zähnen versehenen, Stechborsten ähnlichem Mandibelpaar, fehlenden Maxillen und zwei Paar Maxillipeds. Stirnfortsatz und zwei Antennenpaare, wovon die vorderen fünfgliedrig, die hinteren mit drei Klammerhaken und einem gestielten Saugnapfe am Endgliede versehen sind. Medianauge vorhanden. Vier, mit rudimentären Ruderfüßen versehene Thorakalsegmente und mit Zähnen versehenen Bauchwirbelkörper am ersten Thorakalsegmente.

Der Matricalraum stellt eine Duplikatur des vierten Thorakalsegmentes dar. Kurzes, mit Furca endendes Abdomen.

Speciesdiagnose.

Gastrodelphys Clausii Graeffe.

Mit den Charakteren des Genus. Stirnfortsatz gabelig endend, mit verschiedenen Zähnen bewaffnet, Ruderfüße des ersten und zweiten Thorakalsegmentes zweiästig.

Matricalraum hinten abgestutzt, zugerundet, Abdomen dreigliedrig. Lebt auf den Kiemenfäden der Sabella volutacornis Montagu.

Gastrodelphys Myxicolae n. sp.

Mit den Charakteren des Genus. Stirnfortsatz einfach gabelig endend, Ruderfüße einästig. Matricalraum mit kurzer abgestumpfter Spitze endend, Abdomen eingliedrig.

Lebt auf den Kiemenfäden von Myxicola infundibulum Grube.

Graz, im Juni 1889.

Benutzte Litteratur.

1. George J. Allman, Description of the new genus and species of Entomostraca. The Annals and Magazine of Natural History. Vol. XX. 1847.
2. Ed. van Beneden, Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf etc. Mém. cour. et des sav. étrang. publ. par l'Acad. roy. des sciences de Belge. Tom. XXXIV. 1870.
3. G. Stewardson Brady, A Monograph of the free and semiparasitic Copepoda of the British Islands. Vol. I. London 1878. Ray Society.
4. R. Buchholz, Beiträge zur Kenntnis der innerhalb der Ascidien lebenden parasitischen Crustaceen des Mittelmeeres. Diese Zeitschr. Bd. XIX. p. 99. 1869.
5. C. Claus, Zur Anatomie u. Entwicklungsgeschichte der Copepoden. Archiv für Naturgesch. 24. Jahrg. p. 1. 1858.
6. —— Über den Bau und die Entwicklung parasitischer Crustaceen. Kassel 1858.
7. —— Über den Bau von Notodelphys ascidicola Allm. Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. I. p. 226. 1860.
8. —— Über die blassen Kolben und Cylinder an den Antennen der Copepoden und Ostracoden. Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. I. p. 234. 1860.
9. —— Die frei lebenden Copepoden. Leipzig 1863.
10. —— Beiträge zur Kenntnis der Schmarotzerkrebse. Diese Zeitschr. Bd. XIV. p. 365. 1864.
11. —— Neue Beiträge zur Kenntnis parasitischer Copepoden, nebst Bemerkungen über das System derselben. Diese Zeitschr. Bd. XXV. p. 335. 1875.
12. —— Über die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden. Diese Zeitschr. Bd. XXV. p. 217. 1875.
13. —— Über Sabelliphilus Sarsii und das Männchen desselben. Diese Zeitschr. Bd. XXVI. p. 161. 1876.
14. Ed. Claparède, Note sur les Crustacés copepodes parasites des Annélides et Description du Sabelliphilus Sarsii. Annales des Scienc. nat. Zool. Tom. XIII. 1870.
15. W. Giesbrecht, Beiträge zur Kenntnis einiger Notodelphyiden. Mittheilungen der Zool. Station zu Neapel. Bd. III. p. 293. 1882.
16. E. Graeffe, Gastrodelphys Clausii nov. gen. et spec. Bolletino della Società adriatica di scienze naturali in Trieste. Vol. VIII. fasc I. 1883.
17. E. Haeckel, Beiträge zur Kenntnis der Corycaeiden. Jenaische Zeitschr. Bd. I. p. 61. 1864.
18. C. Heider, Die Gattung Lernanthropus. Arbeiten aus dem zool. Inst. Wien etc. Bd. II. p. 269. 1879.
19. L. Kerschner, Über zwei neue Notodelphyiden nebst Bemerkungen über einige

Organisationsverhältnisse dieser Familie. Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. XLI. Math.-naturw. Klasse. 1879.

20. Robby Kossmann, Über Clausidium testudo, einen neuen Copepoden, nebst Bemerkungen über das System der halbparasitischen Copepoden. Verh. der Würzb. phys. med. Gesellsch. N. F. Bd. VII. 1874.

21. —— Über den klassifikatorischen Werth der Mundorgane der Crustaceen. Zool. Anzeiger. Nr. 95. 1881.

22. R. Leuckart, Carcinologisches. Notopterophorus Costa. Arch. für Naturgesch. 25. Jahrg. Bd. I. p. 241. 1859.

23. F. Leydig, Über Argulus foliaceus. Diese Zeitschr. Bd. II. p. 323. 1850.

24. —— Zoologische Notizen. Neuer Schmarotzerkrebs auf einem Weichthier. Diese Zeitschr. Bd. IV. p. 377. 1853.

25. H. Ludwig, Über die Eibildung im Thierreiche. Verhandl. d. phys. med. Gesellschaft zu Würzburg. N. F. Bd. VII. p. 33. 1874.

26. Alex. Rosoll, Über zwei neue an Echinodermen lebende parasitische Copepoden, Ascomyzon Comatulae und Astericola Clausii. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. XCVII. Abth. I. p. 188—202. 1888.

27. W. Salensky, Sphaeronella Leuckarti, ein neuer Schmarotzerkrebs. Archiv für Naturgesch. 34. Jahrg. 1868.

28. Sars, Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania Aar 1861. Christiania 1862. p. 141.

29. Jap. Steenstrup und Chr. Fred. Lütken, Bidrag til Kundskab om det aabne Havs Snyltekrebs og Lernaeer etc. Kjöbenhavn 1861.

30. T. Thorell, Bidrag till Kännedomen, om Krustaceer, som lefva i arter af slägtet Ascidia L. K. Vet. Akad. Handl. Bd. III. Nr. 8. 1859. Stockholm 1862.

31. Della Valle, Sui Coriceidi parassiti, e sull' anatomia del gen. Lichomolgus. Mittheilungen der Zool. Station zu Neapel. Bd. II. p. 83. 1881.

32. F. Vejdovský, Untersuchungen über die Anatomie und Metamorphose von Tracheliastes polycolpus Nordm. Diese Zeitschr. Bd. XXIX. p. 15. 1877.

33. A. Wierzejski, Über Schmarotzerkrebse von Cephalopoden. Diese Zeitschr. Bd. XXIX. p. 562. 1877.

34. W. Zenker, Über die Cyclopiden des süßen Wassers. Archiv für Naturgesch. XX. Jahrg. Bd. I. p. 88. 1854.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

A, Afteröffnung;
A_1, erste Antenne;
A_2, zweite Antenne;
Abd, Abdomen;
An, Antennennerv;
Au, Auge;
B, Chitinfasergewebsbalken;
Bnst, Bauchnervenstrang;
Bw, Bauchwirbelkörper;
Bz, Bindesubstanzzellen;
C, Coxalglied der ersten Antenne;
Chg, Chitingerüst des Schlundes;
Co, Copulationsorgan des Männchens von Gastrodelphys Clausii Graeffe;
Cs, Canaliculi seminales;
D, Darmkanal;

Dm, Dorsalmuskulatur;
Do, Dotter;
Dot, Dottertröpfchen;
Dr, Drüsen;
Eb, Embryonen;
Ed, Enddarm;
Ei, Eier;
Gö, weibliche Geschlechtsöffnung;
H, höckerartige Bildung des Integumentes auf der Ventralseite;
I, chitinige Intima;
K, kammförmige Bildung am dritten und vierten Gliede der zweiten Antenne;
Kf, Klammerfuß des Männchens;
L, Linse;
La, inneres Blatt des Matricalraumes;
M, Matricalraum (Brutraum);
m, Muskeln;
Md, Mittel(Magen-)darm;
Mdb, Mandibel;
Mf_1, erster Maxillarfuß;
Mf_2, zweiter Maxillarfuß;
Moe, Öffnung des Matricalraumes nach außen;
N, Nervensystem;
n, Nucleus;
n', Nucleolus;
Obg, Oberschlundganglion;
Oe, Öffnung im dritten und vierten Antennengliede;
Oes, Ösophagus;
OeOd, Öffnungen der Oviducte in das Receptaculum seminis;
OeRs, Öffnungen des Receptaculum seminis in den Matricalraum;
Ol, Oberlippe;
Ov, Ovarium;
Ovd, Oviduct;
$\left.\begin{array}{l}R_1,\\R_2,\\R_3,\\R_4,\end{array}\right\}$ erster, zweiter, dritter, vierter Ruderfuß;
rb, Ramus buccalis des Unterschlundganglions;
Rs, Receptaculum seminis;
S, Saugnapf der zweiten Antenne;
Schl, Schlund;
Sst, Saugnapfstiel;
Stf, Stirnfortsatz (Rostrum);
Tp, Tunica propria des Darmes;
Ul, Unterlippe;
Utg, Unterschlundganglion;
Vm, Ventralmuskulatur.

Tafel IV.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf Gastrodelphys Clausii Graeffe, und wurden alle Abbildungen nach mit Osmiumsäure behandelten Objekten gezeichnet.

Fig. 1. Gastrodelphys Clausii Graeffe ♀. Natürliche Größe.

Fig. 2. Gastrodelphys Clausii ♀, von der Dorsalseite. Dorsalmuskulatur roth. 61/1.

Fig. 3. Gastrodelphys Clausii ♀, von der Ventralseite. Ventralmuskulatur roth. 61/1.

Fig. 4. Vordertheil eines unregelmäßig gebauten ♀ von Gastrodelphys Clausii von der Ventralseite. 61/1.

Fig. 5. Stirnfortsatz (Rostrum) von der Ventralseite. 200/1.

Fig. 6. Rechte erste Antenne von außen. *C*, Coxalglied; *m*, Muskeln derselben. 200/1.

Fig. 7. Rechte zweite (hintere) Antenne von innen; bezüglich der Zeichen *, **, *** vergleiche man den Text. *K*, kammförmige Bildung am dritten und vierten Antennengliede; *Oe*, Öffnungen an diesen Gliedern; *Sst*, Saugnapfstiel. 200/1.

Fig. 8. Endtheil der zweiten Antenne. *α*, *β*, *γ*, Chitinstücke des Endgliedes. 600/1.

Fig. 9. Saugnapf mit Stiel isolirt. 600/1.

Fig. 10. Endtheil einer zweiten Antenne in der Profilansicht. 200/1.

Fig. 11. Chitinrahmen zur Aufnahme des Knies des zweiten Antennenpaares. Der darüber hinwegstehende Stirnfortsatz ist punktirt gezeichnet. 200/1.

Fig. 12. Bauchwirbelkörper. *a*, Leiste; R_1, rechter, erster Ruderfuß. Auf der linken Seite ist nur das Basalglied des linken, ersten Ruderfußes gezeichnet. 200/1.

Fig. 13. Ruderfuß des dritten Thorakalsegmentes. 600/1.

Fig. 14. Ruderfuß des vierten Thorakalsegmentes. 600/1.

Fig. 15 *a*, *b*, *c*, *d*. Einzellige Drüsen der Hypodermis. *n*, Nucleus, *n'*, Nucleolus. Aus einem Längsschnitte. 600/1.

Fig. 16. Mundtheile. B_1, (punktirt) Chitinplatte des ersten Maxillarfußes Mf_1; B_2, Chitinplatte des zweiten Maxillarfußes Mf_2 (auf der rechten Seite sind dieselben nicht gezeichnet); *Chg*, Chitingerüst des Schlundes; *Mdb*, Mandibel; *m*, Muskeln der Unterlippe *Ul*; *Ol*, Oberlippe; *u*, seitliche Ursprungsstelle der Oberlippe. 200/1.

Fig. 17. Isolirte Mandibel. 600/1.

Fig. 18. Aus einem Längsschnitte. *a*, Integument (Chitinpanzer); *b*, Chitinfasergewebsschicht; *c*, Matrix des Panzers; *n*, Nucleus in derselben. 600/1.

Tafel V.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf Gastrodelphys Clausii Graeffe, und wurden alle Abbildungen nach in Osmiumsäure gehärteten Objekten gezeichnet.

Fig. 19. Aus einem Längsschnitte; Tinktion mit Pikrokarmin. *Au*, Auge; *I*, chitinige Intima des Schlundes, Ösophagus und Anfangstheil des Mitteldarmes; m_1 bis m_8, Muskeln zur Erweiterung des Schlundes bez. des Ösophagus (vgl. Text); *Md*, Anfangstheil des Mitteldarmes; *n*, Nuclei der Ganglienzellen; *Obg*, Oberschlundganglion; *Oes*, Ösophagus; *Ol*, Oberlippe; *Ul*, Unterlippe; *Utg*, Unterschlundganglion. 350/1.

Fig. 20. Medianer Längsschnitt durch ein ♀. Zum Theil kombinirt. Der Chitinpanzer ist, wie in allen folgenden Figuren, gelb gezeichnet. *Abd*, Abdomen; *Do*, Dotter; *Dr*, Drüsen; *H*, höckerartiger Vorsprung des ventralen Panzers; *Eb*, Schnitte durch Embryonen; *Ed*, Enddarm; *Md*, Mitteldarm; *Moe*, Öffnung des Matricalraumes nach außen; *Obg*, Oberschlundganglion; *Rs*, Receptaculum seminis; *Schl*, Schlund; *Utg*, Unterschlundganglion. 61/1.

Fig. 21. Seitlicher Längsschnitt durch ein ♀. Tinktion mittels Pikrokarmin. *Dm*, dorsale Muskelstränge; *Do*, Dotter; *Dr*, Drüsen; *La*, innere Lamelle des Matricalraumes; *M*, Matricalraum; *N*, Nervensystem; *Schl*, Schlund. 61/1.

Fig. 22. Aus einem medianen Längsschnitte durch das Nervensystem. *Au*, Auge; *Bnst*, Bauchnervenstrang; *Md*, Anfangstheil des Mitteldarmes; *n*, Kerne der Ganglienzellen; *Obg*, Oberschlundganglion; *Utg*, Unterschlundganglion. 200/1.

Fig. 23. Zwei Mitteldarmzellen, aus einem Längsschnitte. 600/1.

Fig. 24. Drei Dotterzellen, aus einem Längsschnitte. *n*, Nuclei derselben. 138/1.

Fig. 25. Rechtes Ovarium und Anfangstheil des Oviductes nach einem mittels Kanadabalsam aufgehellten Präparate von der Dorsalseite gezeichnet. *Ov*, Ovarium; *Ovd*, Anfangstheil des Oviductes. 150/1.

Fig. 26. Aus einem Längsschnitte durch das Ovarium und den Anfangstheil des Oviductes. Tinktion mit Pikrokarmin; *Ov*, Ovarium; *Ovd*, Anfangstheil des Oviductes. 200/1.

Fig. 27. In Reife befindliche Eier aus dem Anfangstheile des Oviductes. Aus einem Längsschnitte. *n*, Nucleus; *n'*, Nucleolus. 350/1.

Fig. 28. Aus einem Längsschnitte durch das Receptaculum seminis. *La*, innere

Lamelle des Matricalraumes; *n*, Kerne der protoplasmatischen Auskleidung des Receptaculum; *OeOd*, Einmündung des Oviductes in das Receptaculum; *Rs*, Receptaculum. 200/1.

Fig. 29. Aus einem Längsschnitte durch die Einmündung des Receptaculum in den Matricalraum. *La*, innere Lamelle des Matricalraumes; *m*, Musculus dilat. der Einmündung des Receptaculum *OeRs* in den Matricalraum. 200/1.

Fig. 30. Aus einem Längsschnitte, um den Übergang der inneren Lamelle (*La*) des Matricalraumes in das Integument des vierten, verjüngten Thorakalsegmentes (*4.Ths*) darzustellen. *a*, Chitinintegument; *b*, Chitinfasergewebsschicht; *c*, Matrix derselben; *La*, innere Lamelle des Matricalraumes; *n*, Nucleus der Matrix. 138/1.

Fig. 31. Aus einem Horizontalschnitte durch das ♀. *Cs*, Schnitt durch die Canaliculi seminales; *D*, Darm; *Obg*, Oberschlundganglion; *OeOd*, Einmündung der Oviducte in das Receptaculum seminis *Rs*; *OeRs*, Einmündungen des Receptaculum in den Matricalraum; *Ov*, Übergangstheil des Ovarium in den Oviduct *Ovd*; *S*, Sekret (?) des Oviductepithels (Oviductdrüse). 63/1.

Fig. 32. Männchen von Gastrodelphys Clausii. Natürliche Größe.

Fig. 33. Männchen von Gastrodelphys Clausii von der Ventralseite. A_1, erste Antenne; A_2, zweite (hintere) Antenne; *Abd*, Abdomen; *Co*, Copulationsorgan; γ, eigenthümlich hakenförmiges Organ desselben; *Kf*, Klammerfuß; R_1—R_4, Ruderfüße des ersten bis vierten Thorakalsegmentes; *Stf*, Stirnfortsatz (Rostrum). 61/1.

Fig. 34. Hakenförmiges Organ des Copulationsapparates. 600/1.

Tafel VI.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf das ♀ von Gastrodelphys Myxicolae nov. spec.

Fig. 1. ♀ von Gastrodelphys Myxicolae. Natürliche Größe; nach einem lebenden Exemplare gezeichnet.

Fig. 2. Dasselbe von der Ventralseite dargestellt. A_1, vordere, A_2, hintere Antenne; *A*, Afteröffnung; *Abd*, Abdomen; B_1, B_2, Chitinplatten des ersten (Mf_1) und zweiten (Mf_2) Maxillarfußes; *Bw*, Bauchwirbelkörper; *Ed*, Enddarm; *Ei*, Eier im Matricalraume; *Md*, Mitteldarm; *Ovd*, Oviduct; R_1—R_4, Ruderfüße des ersten bis vierten Thorakalsegmentes; *Stf*, Stirnfortsatz (Rostrum); *Ul*, Unterlippe. 61/1.

Fig. 3. Linke, erste Antenne von außen; nach einem lebenden Exemplare gezeichnet. *C*, Coxalglied. 400/1.

Fig. 4. Stirnfortsatz (Rostrum), nach einem lebenden Exemplare gezeichnet. 200/1.

Fig. 5. Mundtheile und Bauchwirbelkörper. Nach einem lebenden Thiere gezeichnet. B_1 und B_2, Chitinplatten des ersten und zweiten Maxillarfußes (Mf_1, Mf_2); *Bw*, Bauchwirbelkörper; *Mdb*, Theil der Mandibel; *Ul*, Unterlippe. 400/1.

Fig. 6. Rechter erster (Mf_1) und rechter zweiter Maxillarfuß (Mf_2) von der Seite dargestellt. Nach einem lebenden Thiere. 400/1.

Fig. 7. Rechter Ruderfuß des ersten Thorakalsegmentes. Nach einem lebenden Thiere gezeichnet. 200/1.

Fig. 8. Linker Ruderfuß des dritten Thorakalsegmentes. 600/1.

Fig. 9. Rechter Ruderfuß des vierten Thorakalsegmentes. 200/1.

Fig. 10. Abdomen von unten gesehen. Nach einem lebenden Objekte gezeichnet. *A*, Afteröffnung; ♀ *Gö*, ♀ Geschlechtsöffnung; *Moe*, Öffnung des Matricalraumes nach außen. 138/1.

Fig. 11. Auge, nach einem lebenden Thiere. *L*, Linse. Gezeichnet bei Obj. V, Oc. I von Seibert.

Fig. 12. Aus der Eihülle gesprengter Embryo von der Ventralseite. *Au*, Auge; *Dot*, Dottertröpfchen. 138/1.

Fig. 13. Aus einem Längsschnitte. *Ol*, Oberlippe; *Ul*, Unterlippe; *m*, Muskeln. 200/1.

Fig. 14. Aus einem Querschnitte durch den Schlundring. Härtung in Pikrinschwefelsäure, Tinktion mit Pikrokarmin. *Au*, Auge; *I*, chitinige Intima des Ösophagus; *L*, Linsen; *m*, Muskeln des Ösophagus *Oes*; *n*, Kerne der Ganglienzellen. 350/1.

Fig. 15. Aus einem Querschnitte durch Ober- und Unterschlundganglion (Behandlung wie in der vorigen Figur). *I*, chitinige Intima des Ösophagealepithels; *Obg*, oberes Schlundganglion; *Oes*, Ösophagus; *Utg*, Unterschlundganglion. 350/1.

Fig. 16. Querschnitt durch den Bauchnervenstrang (Behandlung wie in der vorigen Figur). 600/1.

Fig. 17. Aus einem Längsschnitte durch ein ♀. Härtung in koncentrirter wässeriger Sublimatlösung, Tinktion mit Pikrokarmin. Das Oberschlundganglion ist seitlich, das Unterschlundganglion fast median getroffen. *An*, Antennennerv; *Bnst*, Bauchnervenstrang; *Obg*, oberes Schlundganglion; *rb*, Ramus buccalis; *Utg*, Unterschlundganglion. 200/1.

Fig. 18. Seitlicher Längsschnitt durch ein ♀ (Behandlung wie in voriger Figur). A_1, erste Antenne; A_2, zweite Antenne; *An*, Antennennerv; *Bnst*, Bauchnervenstrang; *Bw*, Bauchwirbelkörper; *Dm*, dorsale Muskelstränge; *Ed*, Enddarm; *La*, innere Lamelle des Matricalraumes; *m*, Muskeln; *M*, Matricalraum; *Md*, Mitteldarm; *Ov*, Ovarium; *Ovd*, Oviduct; *Schl*, Schlund; *Utg*, Unterschlundganglion. 100/1.

Tafel VII.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf das ♀ von Gastrodelphys Myxicolae nov. spec.

Fig. 19. Querschnitt durch ein ♀, oberhalb des Bauchwirbelkörpers. Härtung in Pikrinschwefelsäure, Tinktion mit Pikrokarmin. *Bz*, Bz_2, Bindesubstanzzellen; *Dm*, dorsale Muskelstränge; *m*, dorsoventral und umgekehrt ziehende Muskelzüge; *Md*, Mitteldarm; *Utg*, Unterschlundganglion. 200/1.

Fig. 20. Querschnitt durch ein ♀. Aus derselben Serie stammend, ungefähr aus der Mitte des Körpers. *m*, Muskeln; *Md*, Mitteldarm; *Ovd*, Oviduct. 138/1.

Fig. 21. Querschnitt durch ein ♀. Aus derselben Serie stammend. *La*, innere Lamelle des Matricalraumes *M*; *n*, Kerne der Matrix der inneren Lamelle; *Ovd*, Oviduct; *Rs*, Receptaculum seminis. 138/1.

Fig. 22. Aus einem Querschnitte durch ein ♀. Aus derselben Serie stammend. *Bz*, Bindesubstanzzellen; *m*, Muskeln; *Md*, Mitteldarm; Ov_1, vorderer Theil des Ovarium mit zahlreichen Mitosen; Ov_2, Anfangstheil des Oviductes. 350/1.

Fig. 23. Aus einem Längsschnitte durch ein ♀. Aus der hinteren Gegend des Mitteldarmes. Härtung in koncentrirter wässeriger Sublimatlösung, Tinktion mit Pikrokarmin. Bz_1—Bz_3, Bindesubstanzzellen verschiedener Art. 600/1.

Fig. 24. Eine Bindesubstanzzelle, deren Kern ein deutliches Chromatingerüst zeigt. Aus einem Längsschnitte. Gezeichnet bei Obj. VI und Oc. I von Seibert.

Fig. 25. Aus einem Längsschnitte durch ein ♀ (Behandlung wie in Fig. 23 angegeben). *Ed*, Enddarm; *La*, innere Lamelle des Matricalraumes; *m*, Muskelbündel zur Erweiterung der Einmündung des Receptaculum in den Matricalraum; m_1, Muskeln zur Erweiterung des Ausführungsganges des Matricalraumes; *M*, Matricalraum; *Moe*, Mündung des Matricalraumes nach außen; *OeRs*, Mündung des Receptaculum seminis in den Matricalraum; *Rs*, Receptaculum seminis; *Z*, einzellige Drüsen (?). 350/1.

Fig. 26. Drei Epithelzellen des Mitteldarmes. *Tp*, Tunica propria des Darmes. Aus einem Längsschnitte (Behandlung wie in Fig. 23 angegeben). 600/1.

Fig. 27. Zwei Epithelzellen des Enddarmes (aus dem vorderen Theile desselben stammend). Aus einem Längsschnitte. *Tp*, Tunica propria. 600/1.

Beiträge zur Anatomie des Derostoma unipunctatum Oe.

Von

Cand. rer. nat. **Kajetan Lippitsch.**

Mit Tafel VIII und einem Holzschnitt.

Mitte März 1887 fand Herr Professor v. Graff im Schlamme der Duga Valle-Cisterne bei Lesina (Dalmatien) eine große Anzahl von Exemplaren des Derostoma unipunctatum Oe. zugleich mit Massen von Mesostoma craci O. Sch. und Branchipus diaphanus Prev. Da bis heute noch keine zusammenhängende Darstellung dieser den ursprünglichen Typus des Oersted'schen Genus Derostoma darstellenden Species vorliegt, obgleich seit v. Graff's Monographie[1] durch Parádi[2], Francotte[3] und Braun[4] mehrere neue Formen bekannt geworden sind, so übergab mir derselbe nebst seinen Skizzen und Notizen[5] das gesammte konservirte Material behufs Bearbeitung der Anatomie und Histologie. Meinem verehrten Lehrer Herrn Professor v. Graff, sowie dem Privatdocenten und Assistenten Herrn Dr. L. Böhmig bin ich für die mir bei Ausführung vorliegender Arbeit gewährte Unterstützung zu tiefstem Danke verpflichtet.

---

[1] L. v. Graff, Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. Leipzig 1882.

[2] K. Parádi, Jelentés az Erdélyi vizek örvényférgeire tett kutatások eredményéröl. Mathematikai és természettudományi Közlemények XVIII. Kötet, Budapest 1882. (Derost. anophthalmon und Derost. Claudiopolitanum.)

[3] P. Francotte, Note sur l'anatomie et l'histologie d'un Turbellarié Rhabdocèle. Bull. Acad. royale de Belgique. 3. sér. T. VI. Bruxelles 1883. (Derost. Benedeni.)

[4] M. Braun, Die rhabdocoeliden Turbellarien Livlands. Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands. Serie 2. Bd. X. Dorpat 1885. (Derost. balticum.)

[5] Dieselben lauten folgendermaßen: »Die ziemlich lebhaft umherschwimmenden Thiere sind unten abgeplattet, oben konvex, gegen das abgerundete Hinterende ein wenig verbreitert, nach vorn allmählich verjüngt und stumpf zugespitzt (Fig. 1). Der Körper erscheint mit Ausnahme des diffus braunröthlich gefärbten Vorderendes farblos, und in dem hellen ersten Körperviertel kann man bei Lupenvergrößerung sehr gut den Pharynx und die davor gelegenen Augenflecken erkennen, während in den hinteren $^3/_4$ der nur eine schmale Randzone freilassende opake Darm die Körperfarbe bestimmt. Nur selten war der Darm weiß, gelblich oder hellgelbbraun gefärbt, meist erschien er blaugrau (auf weißem Grunde) oder graubraun) auf schwarzem Grunde). Der Pharynx zeigt das schon von Schultze beschriebene Formenspiel, das Gehirn hebt sich als weiße Masse aus der diffusen bräunlichen Färbung des Vordertheiles hervor, und vor demselben liegen jeder-

Das mir übergebene Material war theils in Sublimat, theils in Osmiumsäure und Osmiumessigsäure konservirt. Es muss daher, da ich die an Schnittserien gefundenen Verhältnisse nicht durch Untersuchung lebender Thiere kontrolliren konnte, die Darstellung natürlich lückenhaft und einseitig sein; doch werde ich bemüht sein, durch Vergleichung mit den Angaben der obgenannten Forscher, sowie mit dem, was von Schmidt[1] und Schultze[2], Parádi[3] und Sekera[4] über die schon

seits die Augen: bald mehr kompakt, wie mit zahlreichen kurzen Fortsätzen versehene Pigmentzellen, bald ganz diffus in einzelne Körnchen und Körnchenhäufchen aufgelöst. Bei jungen Thieren ist das Augenpigment (in durchfallendem Lichte) graubraun, bei ausgewachsenen Individuen schwarz; betrachtet man letztere aber bei auffallendem Lichte auf schwarzem Grunde, so leuchten die Augen als hellgelbbraune Pünktchen hervor. Die vorderste Spitze des Leibes trägt einen von dem umgebenden Epithel durch seine hellere Farbe und feine Pünktchen sich abhebenden runden Fleck (Tastfleck?), der äußerlich an das von Delage bei Convoluta Schultzei (Archives de Zoologie expér. (2) vol. IV. Paris 1886) und von mir seither bei allen übrigen adriatischen Acoelen gefundene Stirnorgan erinnert.

Sehr leicht gewahrt man im Vorderende das Wassergefäßsystem, und namentlich dessen beide, gegen die Mundöffnung konvergirende Schleifen. Dieselben rücken so nahe medianwärts zusammen, dass man leicht versucht sein könnte, eine Ausmündung durch die Pharyngealtasche wie bei Mesostomiden anzunehmen. Indessen müssten dann, wie bei letzteren, die Gefäßschlingen merklich mitgezogen werden, wenn der Pharynx seine lebhaften Vor- und Rückwärtsbewegungen macht. Dies ist jedoch nicht der Fall.

In der Untersuchung des Geschlechtsapparates bin ich über meine Vorgänger nicht hinausgekommen. Die feinen dünnen Samenfäden sind in Fig. 14 abgebildet, die hartschaligen Eier sind kreisrunde konkav-konvexe Scheiben (s. den optischen Durchschnitt Fig. 13) von 0,3 mm im Durchmesser. In einigen Fällen habe ich ein bis drei Eier weit entfernt vom Geschlechtsapparat im letzten Körperdrittel vorgefunden. Es scheint demnach ausnahmsweise hier ein ähnliches Verhältnis Platz zu greifen wie bei Vortex viridis (s. meine Monographie p. 354), wo die Eier durch eine ursprünglich vorhandene oder ad hoc sich bildende Öffnung des Atrium genitale in die Leibeshöhle befördert werden. Bei manchen Individuen war die Leibeshöhle ganz erfüllt von rundlichen, 0,007 mm breiten Körperchen, aus feinkörniger Substanz bestehend, kernhaltig und an der Oberfläche wie mit feinsten Körnchen bestreut (Fig. 12). Sie erinnerten an Hallez' Krystalloide. Die größten Individuen hatten in ungestörter Bewegung eine Länge von 7 mm.«

[1] O. Schmidt, Die rhabdocölen Strudelwürmer aus den Umgebungen von Krakau. Denkschr. der math.-naturw. Klasse d. k. Akad. d. Wiss. Bd. XV. Wien 1858.

[2] M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte d. Turbellarien. Greifswald 1851.

[3] K. Parádi, Szövet-és fejlödéstani adatok a tömlöbelü örvényférgek köréböl. Az Erdélyi Muzeum Évkönyvei, Uj folyam. Kolozsvár 1876.

[4] E. Sekera, Ergebnisse meiner Studien an Derostoma typhlops Vejd. Zool.

vor dem Jahre 1882 bekannten Species vorliegt, meine Ergebnisse zu vervollständigen. Als Färbemittel dienten mir Hämatoxylin, Pikrokarmin und Alaunkarmin. Osmiumsäure eignet sich nicht sonderlich zur Konservirung, da z. B. das Epithel erhebliche Deformirungen erleidet, während Sublimat, wie genugsam bekannt, für Turbellarien sehr gute Dienste leistet.

Durch Hämatoxylinfärbung (zwei bis drei Stunden) treten sämmtliche Drüsen deutlich hervor, auch eignen sich solche Präparate vorzüglich zum Studium des Geschlechtsapparates. Hämatoxylinfärbung nach vorausgegangener Behandlung mit Osmiumessigsäure giebt sehr gute Bilder zum Studium des Nervensystems. Pikrokarmin (24 Stunden) leistet beim Studium des Epithels, des Gehirns und auch der Nervenfasern gute Dienste; dessgleichen bei der Untersuchung der Pharynxmuskulatur und des Bindegewebes. Auch Alaunkarmin ist zu empfehlen.

Das Integument. Derostoma unipunctatum besitzt ein aus Zellen bestehendes Epithel. An einem Flächenschnitte erscheinen diese durch eine Kittsubstanz verbundenen Zellen mehr oder weniger polygonal; ihre Seitenwände sind deutlich gerifft. Verschiedene Bilder bekommt man an mit Sublimat konservirten Thieren und an solchen, die mit Osmiumsäure behandelt wurden. Während die Riffbildung der Epithelzellen im ersteren Falle (Fig. 8) sehr deutlich und nicht verzerrt hervortritt, erscheinen die Epithelzellen an Osmiumsäurepräparaten arg deformirt. Die Ränder sind viel stärker gezahnt als an Sublimatpräparaten, und die Kerne sind geschrumpft (Fig. 9). An Quer- und Längsschnitten durch das Thier stellt sich das Epithel als eine von zwei scharfen Kontouren begrenzte Plasmaschicht dar, versehen mit deutlichen runden bis schwach ovalen Kernen. Der eine Kontour ist die Cuticula, der zweite die Membrana basilaris der Autoren. Die Dimensionen der Epithelzellen sind verschieden: Es giebt große und kleine promiscue am ganzen Thierkörper vorkommend und an keine bestimmte Gegend gebunden, mit Ausnahme der kleinen Zellen an der vorderen Körperspitze (siehe unten das beim Nervensystem Gesagte).

Die Längen- und Breitendurchmesser schwanken von 0,04 : 0,03 mm bis 0,022 : 0,008. Die Höhe der Epithelzellen auf der Rückenseite beträgt 0,014, auf der Bauchseite 0,008 mm. Die Länge der Flimmercilien beträgt 0,004 mm, die Dicke der Cuticula 0,001 und die der Membrana basilaris 0,0005 mm. Das Plasma der Epithelzellen erscheint ziemlich homo-

Anz. Nr. 223. 1886. — Ausführlich und mit Abbildungen publicirt unter dem Titel: Přispěvky ku známostem o turbellariich sladkovodnich. Prag 1887. (Es sind darin auch Angaben von VEJDOVSKÝ über Derost. unipunctatum verwerthet.)

gen, jedoch in der Radialrichtung schwach gestreift, es färbt sich mit Pikrokarmin mäßig und etwas ungleichförmig. Der äußere Theil, wie auch Böhmig[1] für Graffilla muricicola angiebt, färbt sich stärker als der innere basale Theil des Zellplasmas. Jede Zelle besitzt einen Kern, der der Basis der Zelle genähert ist. Seine Form fand ich verschieden: am vorderen Körperpole, wo übrigens die Kerne sehr dicht gedrängt liegen und an der Bauchseite fand ich sie rund, an der Rückenseite länglich. Besondere Einlagerungen im Epithel, besonders auch stäbchenförmige Körper konnte ich eben so wenig als Braun beobachten. Bloß über und neben dem Gehirne findet man birnförmige, bisweilen ganz mit Stäbchen vollgepfropfte Drüsen von 0,016 mm Breite und 0,04 mm Länge (Fig. 2 *sdr*). An der vorderen Körperspitze konnte ich ausgestoßene Stäbchenmassen, den großen Sinnesnerven angelagert, wohl unterscheiden. Es stimmt diese Beobachtung über das beschränkte Vorkommen von stäbchenförmigen Körpern mit den vorliegenden Angaben von Schultze, Parádi und Braun. Dessgleichen fand ich das Epithel pigmentlos, wohl aber sah ich die von M. Schultze beschriebenen »wasserklaren, ovalen, oder rundlichen Räume«. An Epithelzellen in der Flächenansicht bemerkt man, wie diese hellen, runden »Flecke« nach den Ecken des polygonalen Zellenleibes geordnet den Zellkern umstellen. An Epithelquerschnitten liegen diese Räume der Basis der Zellen genähert, wie schon M. Schultze gefunden, indem er sagt: »Sie erreichen mit ihrer Umgrenzung nicht die wimperntragende Oberfläche der Haut«. Es ist mir auch gelungen die Mündungen der wasserklaren Räume durch die Cuticula hindurch nachzuweisen. Dieser Umstand spräche für die von Sekera geäußerte Ansicht, »man hätte in jeder Vacuole ein Centrum aufzufassen, das als Drüse secernirt; eine einzelne Epithelzelle würde also analog einer mehrzelligen Drüse funktioniren«. Will man wirklich mit Sekera von einer Drüsennatur der Epithelzellen sprechen, so muss man dem Plasma und dem Kerne derselben eine secernirende Thätigkeit zuschreiben, die wasserklaren Räume sind dann nichts weiter als Ergießungsstellen der Sekretionsprodukte. Ich lasse die Frage noch offen, da ich nicht geneigt bin der Ansicht Sekera's beizustimmen. Erwähnt muss noch werden, dass man auch an guten Querschnittsbildern die Grenzen der einzelnen Epithelzellen nicht, oder ziemlich schwer wahrnehmen kann. Oft aber, und im Gegensatze zu dem eben Gesagten, fand ich Sprünge im Epithel (Fig. 3 *e*), so dass ein solches wie geschartet aussah. In Francotte's Arbeit über Derostoma

---

[1] L. Böhmig, Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien. I. Das Genus Graffilla. Diese Zeitschr. Bd. XLIII. (Arbeiten aus d. Zool. Inst. Graz. I, 1). Leipzig 1887.

Benedeni heißt es vom Epithel: — »on voie que de minces prolongements protoplasmiques passent d'une cellule à l'autre à travers la substance unissante«. Hierzu ist zu bemerken, dass bei Derostoma unipunctatum die Riffe keine organische Brücken zwischen den benachbarten Epithelzellen darstellen; das Plasma der Epithelzellen ist vielmehr durch eine Kittsubstanz von den Nachbarzellen völlig getrennt. Am vorderen Körperpole zwischen den Flimmercilien, dort, wo der sich reichlich verzweigende Sinnesnerv an das Epithel herantritt, habe ich feine Borsten in sehr geringer Anzahl gesehen (Fig. 2 *eb*). Hautdrüsen konnte ich nur am hinteren Körperende und zwar in mäßiger Anzahl auffinden. Dieselben (Fig. 5 *hd*) färben sich mit Hämatoxylin lebhaft und besitzen eine birnförmige Gestalt; doch sind sie ziemlich klein und stehen anderen Drüsen, wie etwa den accessorischen Drüsen des Geschlechtsapparates erheblich an Größe und Anzahl nach. Ich fand die Länge der Drüsen sammt Ausführungsgang circa 0,02 mm, den Breitendurchmesser circa 0,008 mm. Der Kern der Drüsenzelle zeigte einen hellen, sich wenig färbenden Plasmahof und ein central gelegenes, stark gefärbtes, punktförmiges Kernkörperchen. Derostoma unipunctatum besitzt einen stark entwickelten Hautmuskelschlauch. Wir können an demselben drei Schichten unterscheiden: eine äußere Ring-, eine innere Längsmuskelschicht und eine dritte von Braun übersehene Schicht gekreuzter Fasern. Diese dritte Schicht liegt zwischen den beiden früher genannten. Ich konnte sie sowohl an äußersten Tangentialschnitten, als auch an einem macerirten Stück »Haut« sicher nachweisen. Ihre Muskelfasern, die sich rechtwinkelig kreuzen, sind bedeutend schwächer als bei den anderen Schichten. Kerne konnten in keiner Faser der drei Schichten nachgewiesen werden, auch nicht in den später zu besprechenden dorsoventralen Leibesmuskeln. Interessant ist das Verhalten der Membrana basilaris. Dieselbe hat mit dem Epithel nichts zu thun; an gerissenen Schnitten konnte ich sehr deutlich wahrnehmen, wie sie sich vom Epithel losgelöst hat, und mit der Muskulatur des Hautschlauches in fester Verbindung steht. Ähnliches bemerkte ich an einem Macerationspräparate. An demselben gelang es mir einen Fetzen Membrana basilaris frei zu bekommen, der deutlich Riefen zeigte, die von nichts Anderem herrühren konnten, als von den Eindrücken der Muskulatur. Dieser Fetzen erschien vollständig homogen, färbte sich mit Hämatoxylin ziemlich schwach und zeigte Falten, die, wie mir scheint, durch Kontraktion entstanden sind. Großes Interesse bietet das Verhalten der Sagittalmuskeln (Fig. 11 *dvm*). Sie ziehen dorsoventralwärts und sind am vorderen Körperende sehr zahlreich vorhanden. Francotte hat sie für Derostoma Benedeni am vorderen und hinteren Körperende sehr schön abgebildet und ihre Auffaserung beschrieben. Ich habe für Derostoma unipunctatum Folgendes beobachtet. Etwas vor dem Insertionspunkt theilt sich ein Sagittalmuskel büschelförmig, die einzelnen Fasern dieses Büschels sind an ihrem Ende verdickt und inseriren, den Hautmuskelschlauch durchsetzend, an der Membrana basilaris (Fig. 11 *i*).

Das Körperparenchym. Zum Studium des Bindegewebes eignen sich nur sehr gut konservirte Thiere. Pikrokarmin- und Hämatoxylintinktion thun hier gute Dienste. Man wird das Bindegewebe natürlich nur dort mit Erfolg studiren können, wo es in größerer Menge auftritt, nämlich am vorderen und hinteren Körperende. Die übrigen Theile des Körpers werden so von Darm und Geschlechtsorganen occupirt, dass das Bindegewebe sehr zurücktritt. An den best konservirten Thieren findet man nun mit Ausnahme künstlicher durch die Schnittmethode erzeugter Sprünge nirgends eine, wie immer geartete Höhlung. Man sieht sowohl auf Quer- als auf Längs- und Flächenschnitten immer ein aus gröberen und feineren Maschen gebildetes Netz (Fig. 10 *bg*). Die Maschen sind von Plasmabelegen ausgekleidet, und wo es den Anschein haben sollte, dass eine solche Masche (= Fach) leer sei, da kann man bei genauer Einstellung einen, wenn auch sehr schwachen Plasmabelag finden. Die Kerne (*K*) sind unregelmäßig zerstreut, und stehen nun zu der Anzahl der Maschen in keinem bestimmten Verhältnis. Die Struktur des Bindegewebes ist am eingehendsten von Böhmig bei Graffilla muricicola studirt worden, und meine Befunde bei Derostoma unipunctatum stimmen vollständig mit der vom genannten Forscher gegebenen Darstellung, wie ja auch Ferd. Schmidt in seiner Arbeit über Graffilla Braunii[1] das Bindegewebe übereinstimmend mit den Angaben Böhmig's gefunden hat. Die Bindegewebskerne sind mehr oder weniger elliptisch, zeigen ein sich schön mit Pikrokarmin färbendes Kerngerüst und ein stark lichtbrechendes rundes Kernkörperchen; in der Größe stimmen sie mit den von Böhmig bei Graffilla beschriebenen völlig überein (0,014—0,018 mm).

Pharynx. Wir unterscheiden an demselben den bauchständigen, dem Vorderende genäherten Mund, den Pharynx, und den eigentlich verdauenden Magendarm. Zwischen Mund und Pharynx liegt die Schlundtasche (Fig. 7 *pht*), die nicht muskulös ist, und an welche sich der überaus kräftige Pharynx anschließt. Wenn Francotte bei seinem Derostoma Benedeni eine Pharyngealtasche weder in der Beschreibung noch in der Zeichnung ersichtlich macht, so muss angenommen werden, dass er dieselbe übersehen habe. Die Achse des Pharynx fällt mit der Darm- resp. Körperachse nicht zusammen, sondern bildet mit ihr einen stumpfen Winkel von 120°. Die Dimensionen des typisch »tonnenförmig« gebauten Pharynx sind folgende: Länge 0,42 mm, Breite (= Höhe) 0,35 mm.

---

[1] F. Schmidt, Graffilla Braunii n. sp. Archiv für Naturgesch. 1886. Bd. I.

Die Muskulatur des Pharynx (vgl. Fig. 6 und 7) besteht aus überaus kräftigen kernlosen, glatten Muskelfasern, von welchen nur das System der inneren Ringmuskeln (*irm*) in mancher Beziehung Abweichungen vom histologischen Baue der Körpermuskeln zeigt. Wir können an dem Querschnittsbilde folgende Muskelschichten von der Peripherie nach dem Centrum zu fortschreitend nachweisen. Zunächst eine äußere Längs- (*alm*) und Ringmuskelschicht (*arm*). Darauf folgen die Radiärmuskeln (*rdm*), und dann eine innere Längs- (*ilm*) und eine innere Ringmuskelschicht (*irm*). Die Radiärmuskeln strahlen, wie dies schon der Name andeutet, radienförmig vom Centrum gegen die Peripherie aus; an einem mittleren Querschnitte zählte ich 34 solcher in ziemlich gleichen Abständen orientirter Radiärmuskeln. Im Centrum inseriren sie an der inneren Epithelauskleidung des Pharynx, indem sie die innere Ringmuskelschicht durchsetzen. Peripheriewärts durchbrechen sie die äußere Ringmuskulatur und inseriren an den äußeren Längsmuskeln. Sehr deutlich lässt sich hier beobachten, wie die Radiärmuskeln gegen den Rand zu sich verbreitern und sich dann in zahlreiche Fasern theilen, die dann die Ringmuskellage durchbrechend in feste Verbindung mit den äußeren Längsmuskeln treten. Die innere Ringmuskellage ist stark entwickelt und trägt das sparsam kernhaltige Pharynxepithel (*phe*), dessen freier Rand sich stark mit Farbstoffen imbibirt und mit einer Cuticula versehen ist, während der innere Rand wie durch eine Membran von der inneren Ringmuskellage getrennt zu sein scheint. Für Graffilla hat Böhmig nachgewiesen, dass das Epithel des Pharynx kernlos sei, doch konnte ich bei Derostoma im Epithel des Pharynx Kerne deutlich nachweisen; dieselben sind elliptisch-eiförmig, besitzen eine sich mit Karmin schön färbende Gerüstsubstanz und ein von einem hellen Saume umschlossenes, stark lichtbrechendes Kernkörperchen, das sich intensiv färbt. Die Kerne haben einen Längsdurchmesser von 0,020 mm, einen Querdurchmesser von 0,008 mm, und gehen mit ihrer Längsachse der des Pharynx parallel. Um die Beschreibung des Querschnittsbildes zu vervollständigen, sei erwähnt, dass die zwischen den Radiärmuskeln freigelassenen Räume von mächtigen Drüsenmassen (*phd*) und von Bindegewebe erfüllt sind. Das Lumen des Pharynx ist spaltenförmig, und zwar fällt die Richtung des Spaltes mit der Mediane des Körpers zusammen. Es ist jetzt noch die Besprechung eines gut geführten Längsschnittes (Fig. 7) nothwendig. An demselben kann man deutlich die Schlundtasche (*pht*) als Verbindungsglied zwischen Körper- und Pharynxepithel sehen. Dieselbe stellt eine 0,002—0,004 mm dicke Duplikatur der Haut vor, in der man hin und wieder kleine Epithelkerne nachweisen kann. An der Unterseite ist die Schlundtasche größer als an der Oberseite der Mundöffnung. Histologisches Interesse bieten auch die inneren Ringmuskeln des Pharynx (Fig. 7 *irm*). Die Querschnitte durch dieselben sehen rechteckig aus und enthalten eine im Inneren gelegene sich mit Farbstoffen viel weniger imbibirende Masse und sehen beinahe wie hohl aus. Diese Muskelfasern sind die stärksten am ganzen Thiere, ihre Querschnitte messen 0,006 : 0,002 mm.

Am vorderen Pharynxende, gerade oberhalb der Drüsenausführungsgänge befindet sich ein Sphincter, der als vorderer Schließmuskel des Pharynx wirksam ist (*sph*). Zum Studium der Drüsen, mit welchen der ganze Pharynx, wenigstens in seinen peripherischen Theilen vollgepfropft ist, und des Bindegewebes eignen sich Hämatoxylinpräparate vortrefflich, wenngleich ich auch an Pikrokarminpräparaten sehr schöne Drüsen am vorderen Ende des Pharynx mit Kernen und Ausführungsgängen gesehen habe.

Die Pharynxdrüsen (Fig. 7) besitzen Ausführungsgänge, welche sämmtlich am vorderen Ende des Pharynx unterhalb des Musculus sphincter an einer Art Papille (*pa*) münden. Die Mündungsstellen sämmtlicher Ausführungsgänge bilden einen Kreis, der unter und vor dem Sphincter liegt, mit diesem also koncentrisch verläuft.

Diese Drüsen sind ziemlich groß und von langgestreckt birnförmiger Gestalt, sie erreichen eine Länge von 0,06 mm und eine Breite von 0,02 mm, der Ausführungsgang derselben eine Länge von ebenfalls 0,02 mm, der Kerndurchmesser 0,012 mm. Parallel mit den Ausführungsgängen dieser vordersten Pharynxdrüsen verlaufen zahlreiche andere Gänge, welche die Sekrete der weiter hinten am Pharynx gelegenen Drüsen zur Mündungsstelle befördern. Das Plasma der Drüsenzellen ist entweder netzartig oder körnig, und es bleibt fraglich, ob man es mit verschiedenen Sekretionsstadien, oder überhaupt verschiedenen Drüsen zu thun hat. In das Lumen des Pharynx mündet kein einziger Ausführungsgang.

Zur Bewegung des Pharynx dienen zwei Paare von Muskeln, zwei Vorwärtsstrecker und zwei Zurückzieher, von welchen erstere viel schwächer entwickelt sind als letztere. Von den Protractoren liegt einer oberhalb und einer unterhalb des Pharynx. Jeder inserirt einerseits am vorderen Körperpole (dort wo der Übergang von Körperepithel in die Schlundtasche stattfindet) und andererseits hinten am Pharynx in der Medianlinie. Die beiden Retractoren[1] inseriren lateralwärts an der äußeren Längsmuskelschicht am Vorderende des Pharynx und begeben sich direkt zur Körperwand (Fig. 3 *r*). Für die schon von v. Graff und M. Schultze angeführte Eigenthümlichkeit des Derostomapharynx, statt einer runden Höhlung einen medianen Spalt zu besitzen, ist es mir nicht gelungen einen anatomischen Grund zu finden. Die Speicheldrüsen sind schon von früheren Untersuchern beschrieben worden. Die von Francotte gegebene Darstellung der Pharynxmuskulatur von Derostoma Benedeni stimmt völlig mit der von mir gegebenen Darstellung des Pharynx von Derostoma unipunctatum überein. Eben so die Darstellung Sekera's vom Baue des Pharynx von Derostoma typhlops. Das Bindegewebe des Pharynx hat Böhmig bei Graffilla übereinstimmend mit dem Körperparenchym gefunden; zu demselben Resultat kam ich bei Derostoma unipunctatum.

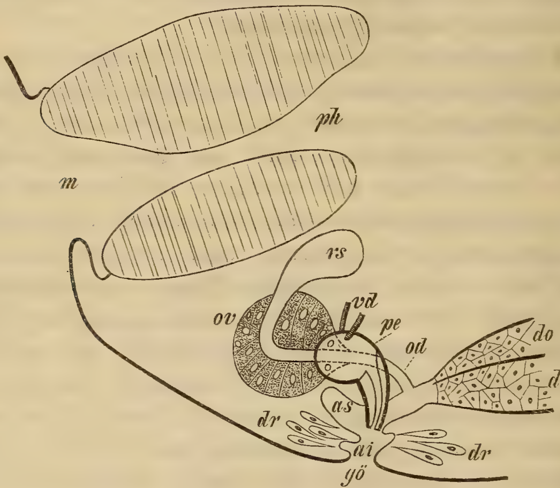
Der Magendarm (Fig. 4 und 5 *da*). Das Plasma des Pharynxepithels setzt sich in das Darmepithel fort, dessen Zellen Anfangs birnförmig und größer sind als weiter nach hinten (Fig. 5 da_1). Ein Ösophagus, wie er bei verschiedenen Süß- und Seewasservorticiden von O. Schmidt, v. Graff, Böhmig und von Sekera bei dem nahe verwandten Derostoma typhlops gefunden wurde, ist hier nicht nachzuweisen. Die Zellen des Anfangstheiles des Darmes ragen ziemlich weit in das Pharynxlumen hinein, zeigen ein körniges Plasma und deutliche Kerne. Dagegen waren bei den von mir untersuchten Exemplaren die sämmtlichen übrigen Darmzellen so mit Krystalloiden, oft auch mit ganz homogen aussehenden Scheiben von elliptischem oder kreisförmigem Umriss und braunen Konkrementen angefüllt, dass die Struktur der Zellen nicht mehr deutlich in die Erscheinung trat. In Folge dessen konnten auch dieselben, obgleich ein Darmlumen nach den Befunden der besterhaltenen Längs- und Querschnitte sicher nachzuweisen ist, doch nicht als morphologisch distinkte Elemente gesehen werden. Allerdings hat man hin und wieder Gebilde vor sich, die der Form nach als Zellen angesprochen werden könnten. Man findet da membranlose, birnförmige Zellen, die mehr oder weniger in das Lumen des Darmes hineinragen; auch Kerne kann man öfters beobachten; doch ist es mir nicht möglich gewesen solche Bilder zu bekommen, wie sie von v. Graff und anderen Autoren bei verschiedenen Turbellarien und von Francotte speciell auch bei Derostoma Benedeni dargestellt werden. Im

---

[1] Francotte zeichnet für Derostoma Benedenii einen riesigen Retractor pharyngis, der vom hinteren, unteren Ende desselben mit schwacher Biegung verlaufend, median an der Bauchseite inserirt. Sekera's Zeichnung der Bewegungsmuskulatur blieb mir zum Theile unverständlich.

Übrigen stellt der Darm (Fig. 5 *da*) einen weiten bis an das Körperende reichenden Blindsack dar (vgl. Anm. p. 147).

Geschlechtsapparat. Der Geschlechtsapparat von Derost. unipunctatum ist in seinen Haupttheilen schon durch die Untersuchungen von O. Schmidt und M. Schultze bekannt geworden. Braun hat dann nähere Angaben über das Verhalten der ausführenden Theile zum Atrium genitale und dessen uterusartige Aussackung sowie einige histologische Angaben hinzugefügt. Meine Beobachtungen erweitern unsere Kenntnisse namentlich in Bezug auf das Verhältnis von Keimstock und Receptaculum seminis zu einander, sowie in Betreff des histologischen Baues. Was vor Allem die topographische Lage der Organe betrifft, so verweise ich auf den Holzschnitt.



Der Holzschnitt stellt ein nach Schnitten konstruirtes Schema des Geschlechtsapparates dar. *ai*, Atrium genitale inferius; *as*, Atrium genitale superius; *do*, die beiden Dotterstöcke; *dr*, accessorische Drüsen; *gö*, gemeinsame Geschlechtsöffnung; *m*, Mund; *od*, gemeinsamer Ausführungsgang des Keimstockes und des Receptaculum seminis; *ov*, Keimstock; *pe*, Penis; *ph*, Pharynx; *rs*, Receptaculum seminis; *vd*, die beiden Vasa deferentia.

Die Geschlechtsöffnung liegt vor der Körpermitte, dicht hinter dem Pharynx (*ph*), welcher den Geschlechtsapparat bei den durch die Konservirung zusammengezogenen Exemplaren zum Theil bedeckt. Das Receptaculum seminis (*rs*) liegt topographisch genau unter dem »Ösophagus«, in der Medianlinie, also hinten und unten vom rückwärtigen Ende des Pharynx, dort wo der Darm anhebt. Unterhalb und seitlich, rechts (das Thier von der Rückenseite betrachtet) vom Receptaculum seminis liegt der Keimstock (*ov*), in dessen Ausführungsgang (*od*) das gestielte Receptaculum einmündet.

Etwas hinter dem Keimstock und unter dem Receptaculum seminis auf der anderen (linken) Seite findet sich das männliche Begattungsorgan (*pe*). Ventral und lateral im Thierkörper liegen die ziemlich umfangreichen von der Geschlechtsöffnung bis zum hinteren Körperende sich erstreckenden Dotterstöcke (Fig. 4 und 5 *do*), welche in die Hinterwand des Atrium genitale jederseits einmünden. Ihre Äste schließen die den äußersten Seitenrand des mittleren Körperdrittels einnehmenden Hoden ein (vgl. Fig. 4 *h*), welche aus ihrem Vorderende jederseits ein Vas deferens entsenden. Beide Vasa deferentia konvergiren gegen die Samenblase zu und münden, nachdem sie in ihrem Verlaufe der Bauchseite ziemlich parallel geblieben sind, getrennt in den vorderen Theil der Vesicula seminalis (Holzschnitt und Fig. 15 *vd*). In der Arbeit von SEKERA befindet sich eine Zeichnung VEJDOVSKÝ's (Fig. 21) über den Geschlechtsapparat von Derost. unipunctatum Oerst. Nach dieser würde in das Atrium genitale der Penis und seitlich von ihm eine eben so lange, stark muskulöse »Bursa seminalis« einmünden. Dieses Verhalten ist bei Derostoma unip. nicht wiederzufinden. Letzteres besitzt nämlich keine selbständige Bursa seminalis sondern bloß ein, wie schon BRAUN richtig vermuthete, in den Oviduct (Ausführungsgang des Keimstockes) mündendes Receptaculum seminis. Da nun mit »Bursa seminalis« nach der Terminologie v. GRAFF's eine Kombination von Bursa copulatrix und Receptaculum seminis bezeichnet wird, so könnte man sich fragen, ob nicht etwa bei Derost. unipunctatum neben dem Receptaculum noch eine Bursa copulatrix als distinkte Blase zu finden sei. Nun hat BRAUN für Derost. unipunctatum einen zweizipfeligen Uterus statuirt; ich habe allerdings keine Individuen mit Eiern vor mir gehabt, doch habe ich die dem BRAUN'schen »Uterus« entsprechende Aussackung des Atrium genitale (Holzschnitt *as*) stets deutlich entwickelt gefunden. Nun erscheinen die zwei Zipfel der letzteren an genau median geführten Längsschnitten, allerdings (wenn man so will) wie zwei gestielte Blasen mit überall ziemlich gleich weitem Lumen. Sie haben aber gleichwohl mit einer Bursa copulatrix nichts zu thun: denn in den einen (hinteren) Zipfel mündet der Oviduct, während der andere (der übrigens viel kürzer als der Penis ist, — nach VEJDOVSKÝ müsste er gleich groß sein) ohne Zweifel als Uterus funktionirt. Ich habe auch in diesem Zipfel nie Spermatozoen gesehen. Bei unserem Thiere scheint vielmehr das Atrium genitale inferius (*ai*, s. unten) als Bursa copulatrix zu funktioniren. Es giebt also nur zwei Möglichkeiten, um VEJDOVSKÝ's Zeichnung mit meinen Beobachtungen zusammenzureimen. Entweder ist ihm Derost. unipunctatum vorgelegen und er hat diesen kleinen Zipfel des Atrium für eine »Bursa« angesehen und etwas zu groß gezeichnet, oder aber die von ihm untersuchte Species war überhaupt nicht Derost. unipunctatum, sondern Derost. balticum oder megalops, bei welchen Species nach Braun in den Uterus eine wirkliche Bursa seminalis einmündet und das Receptaculum seminis als Anhang des Keimstockes fehlt. Wie es sich mit dem von Sekera gezeichneten (l. c. Fig. 13) Geschlechtsapparat des Derost. typhlops verhält, ist schwer zu sagen. Jedenfalls ist der von ihm als Uterus bezeichnete Anhang des Keimstockes ein Homologon des Receptaculum seminis von Derost. unipunctatum — ob dagegen die von ihm als Bursa seminalis bezeichnete Blase eine selbständig entwickelte Bursa copulatrix oder aber eine einfache Atriumausweitung ist, muss dahin gestellt bleiben. — Die jungen Keimzellen findet man im vorderen, die ausgebildeten im rückwärtigen Theile des Keimstockes. Böhmig bemerkt bei Graffilla über die Keimstöcke, dass sie keine Membran (Tunica propria) besitzen. Bei Derostoma habe ich an jenem Theile des Keimstockes, welcher in den Oviduct einmündet (Fig. 15 *od*), in Übereinstimmung mit Braun sehr deutlich eine Membran und rundliche, oft aber sehr langgestreckte Kerne, die sich von Bindegewebskernen und etwa jungen Keimzellenkernen erheblich unterscheiden, gefunden. Diese 0,006 mm messenden Kerne (Ovarialepithelkerne?) liegen am Rand des Keimstockes in eine Plasmamasse eingebettet, sind ganz gleichmäßig feinkörnig und färben sich besonders schön mit Alaunkarmin. Dass dieselben übrigens nicht den jungen Keimzellenkernen angehören können, geht schon daraus hervor, dass sie am distalen Ende des Ovariums sich befinden, wo keine jungen Keimzellen vorkommen. An dem blinden Ovarialende konnte ich eine Membran nicht sehen, dasselbe ist einfach im Bindegewebe verpackt, auch Kerne konnte ich dort nicht finden. Über den feineren Bau des Ovarium und die Entwicklung der Eier in demselben haben uns v. Graff im Allgemeinen und Böhmig bei Graffilla muricicola Aufschlüsse gegeben. Ich bemerke, dass bei der vorliegenden Form die Verhältnisse im Wesentlichen dieselben sind; das blinde (vordere Ende) des Keimstockes ist erfüllt von zahlreichen, kleinen Eikeimen mit Kern und glänzendem Kernkörperchen. Zwischen diesen Eikeimen findet man schwächer gefärbtes Plasma. Kernkörperchen, Kern und Keimzellenplasma nehmen im Laufe der Entwicklung an Volumen zu, letzteres wird mehr oder weniger homogen und während dies geschieht, rücken die Eikeime nach dem rückwärtigen (offenen) Ende des Ovariums. Die geldrollenförmige Anordnung derselben konnte ich bei Derostoma sehr gut wahrnehmen. Die dem Endstadium der Entwicklung nahen Keimzellen erscheinen keilförmig. An der in der Entwicklung vorgeschrittenen Keimzelle unterscheiden wir ein, sich mit Farbstoffen sehr schön imbibirendes

Plasma und den ziemlich langgestreckten elliptischen Kern; derselbe lässt ein aus Körnchen bestehendes Kerngerüst von einem ziemlich hellen Kernplasma deutlich unterscheiden. Das Kernkörperchen enthält im Inneren einen hellen Fleck. Erst gegen den Oviduct zu runden sich die Keimzellen allmählich ab. Fertige Keimzellen messen circa 0,04 mm Durchmesser mit einem Kern von 0,02 mm und Kernkörperchen von 0,006 mm Breite. Wie Böhmig für Graffilla gefunden, ist das Keimzellenplasma am Rande wesentlich dichter als im Inneren. Auch diese Thatsache konnte ich an meinen Präparaten beobachten.

Der Oviduct mündet von oben her in die zugleich auch die Dotterstöcke aufnehmende hintere Aussackung des Atrium genitale superius und nimmt den langen Ausführungsgang des Receptaculum seminis, dicht an der Stelle wo er vom Keimstock abgeht, auf. Beide Gänge sind von einer Ringmuskelschicht bekleidet, sowie mit einem, dem Pharynxepithel nicht unähnlichen, kernführenden Epithel ausgestattet (Fig. 15 *rs* u. *od*). Es ist in so fern interessant, als man in ihm die schon im Körperepithel beobachteten wasserklaren Räume findet (ob mit denselben thatsächlich identisch, sei dahingestellt), ferner zeigt es oft lappige Vorsprünge, die man besonders in dem, das Receptaculum seminis auskleidenden Epithel reichlich vorfindet. Kerne sind im Übrigen ziemlich selten, daher man oft Schnitte findet, wo kein Kern zu treffen ist. Flimmercilien sind nicht vorhanden. Ich bemerke übrigens, dass die Muskulatur des Oviducts bedeutend stärker entwickelt ist, als die des Ductus receptaculi seminis, was jedenfalls mit der Funktion des Oviducts, durch peristaltische Kontraktionen die Keimzellen weiter zu bewegen, zusammenhängt. Der Ductus receptaculi seminis ist oft mit einem körnigen Sekret erfüllt. In dem birnförmigen, etwa 0,08 mm im Durchmesser besitzenden Receptaculum habe ich deutlich Spermaballen gesehen, womit seine Funktion als Spermabehälter erwiesen ist. Ich kann nicht unterlassen schon hier darauf hinzuweisen, dass es mir an Pikrokarmin- oder Alaunkarminschnitten sehr schwer, oft ganz unmöglich war, Spermatozoiden in den Geschlechtswegen zu finden, während durch Hämatoxylinfärbung mir dies immer gelang.

Das Atrium genitale. Dasselbe stellt einen Trichter vor, der durch einen kreisförmigen Wulst in zwei ungleiche Theile zerlegt wird. Der größere stellt das Atrium genitale superius (Uterus im Sinne Braun's), der kleinere das Atrium genitale inferius (Holzschnitt *ai*) mit dem Porus genitalis dar. Es ist diese Ausbildung überall zu verfolgen, sowohl an Längs- als Querschnitten und zeigt eine ziemlich regelmäßige Gestaltung. Das Atrium genitale superius nimmt die Mündung des Oviducts und der Dotterstöcke sowie den Penis auf. Der letztere ist natürlich manchmal bis in das Atrium gen. inferius, ja selbst zur Geschlechtsöffnung vorgestreckt. Die Auskleidung des Atrium erfolgt durch das sich einstülpende Körperepithel und besitzt dieselben Schichten wie die Muskulatur des Hautmuskelschlauches; auch konnte ich an seiner Wand deutlich Cilien wahrnehmen. Schließlich noch einige Zahlenwerthe Oviduct und Ductus receptaculi seminis haben so ziemlich denselben Lichtendurchmesser (0,02 mm); die Wanddicke mit 0,01 mm jederseits angenommen, giebt einen Totaldurchmesser von 0,04 mm. Der Durchmesser des Atrium genitale superius am größten Trichterkreise beträgt 0,14 mm, der des Atrium gen. inferius 0,06 mm. Übrigens variiren diese letzteren Dimensionen etwas nach den Kontraktionszuständen.

Die Dotterstöcke (Fig. 4 und 5 *do*) nehmen die beiden Flanken und die Bauchseite des Thieres ein. Sie erstrecken sich im Allgemeinen vom Atrium gen. sup., in welches sie einmünden, bis zum hinteren Körperende; ich sah aber auch manchmal Dotterzellen vor dem Atrium gen. zu beiden Seiten des Pharynx. Auf Querschnitten sieht man, wie die Dotterzellen zu sog. Dotterkammern zusammengeordnet sind. Die Anzahl der eine Kammer ausfüllenden Dotterzellen ist sehr variabel, es lässt sich keine bestimmte Zahl angeben. Die Histologie dieser Zellen ist nur an jungen Elementen zu studiren; man sieht, wie die Zellen durch Druck mehr oder weniger polygonal erscheinen. Das Zellplasma ist stark mit Farbstoffen imbibirbar. Der Kern hat eine körnige periphere Schicht, von welcher eine helle, kreisrunde Zone umschlossen wird, in deren Mittelpunkt das vollständig homogene, sich am stärksten färbende Kernkörperchen liegt. Im Plasma der Dotterzellen treten die Dotterkörnchen auf, Blättchen von runder Gestalt und gelblich brauner Farbe. An älteren Dotterstöcken ist von den Zellen gar nichts mehr zu sehen, da die hellglänzenden Dotterblättchen Alles verdecken. Der letzteren mittlerer Durchmesser kann mit 0,006 mm angenommen werden, der Durchmesser der Dotterzellen beträgt 0,018—0,02 mm.

Männlicher Apparat (vgl. Holzschnitt und Fig. 16). Vesicula seminalis (*vs*), Vesicula granulorum (*vg*) und Penis (*pe*) geben zusammen ein birnförmiges Gebilde, das sehr stark muskulös gebaut ist. Die Samenblase ist von einer starken äußeren Ring- und inneren Längsmuskelschicht umschlossen und überdies im Inneren von einem schönen Epithel ausgekleidet; seitlich rechts und links nimmt sie die beiden Vasa deferentia (*vd*) auf. Immer konnte ich in der Vesicula seminalis Ballen von Spermatozoiden (*sp*) wahrnehmen. Aus der Samenblase führt durch die Kornsekretkammer der Ductus ejaculatorius in das eigentliche Begattungsglied, den Penis. Von allen früheren Beobachtern wird angeführt, dass der Penis mit einer Chitinröhre armirt sei, doch habe ich dieselbe an meinen Schnittpräparaten eben so wenig wie **Braun** deutlich machen können. Auch habe ich nicht selten die Penisspitze umgebogen gefunden. M. **Schultze** bemerkt in seiner Beschreibung der vorliegenden Species: »Der Penis stellt eine einfache harte Röhre dar, welche namentlich vor der vollständigen Geschlechtsreife mit einer feinkörnigen Masse ziemlich dicht angefüllt ist und dadurch ein Aussehen erhält als läge noch ein dunkler Körper in ihr.« Diesen Körper nannte O. **Schmidt** »Stempel«. Nun ist es mir sehr wahrscheinlich, dass beiden Beobachtern nichts Anderes vorgelegen, als ein, den Ductus ejaculatorius ausfüllender Spermapfropfen. In Bezug auf das Verhalten der Kornsekretkammer haben wir hier das von v. **Graff** (l. c. p. 165 ff.) als für die Vorticiden charakteristisch beschriebene verwirklicht, wie man sehr schön an genau median geführten Schnitten beobachten kann. Man sieht da, wie das blinde Ende des Penis sich in zwei Theile sondert; die Samenblase, die durch ihren Gehalt absolut nicht zu verkennen ist und distalwärts darauf folgend die Vesicula granulorum. Man sieht ganz deutlich, wie die körnige, sich schwach färbende Sekretmasse von dem central verlaufenden Ductus ejaculatorius (durch Spermafäden gekennzeichnet) durchsetzt wird. Die Gesammtlänge des männlichen Copulationsorgans beträgt 0,08 mm.

Die Hoden (Fig. 4 *h*) nehmen das zweite Körperdrittel ein. Die an ihren vorderen Enden abgehenden Vasa deferentia münden getrennt in die Vesicula seminalis. Was die reifen Spermatozoen (Fig. 14) anbetrifft, so verweise ich auf die Anmerkung p. 148.

Hinsichtlich des histologischen Aufbaues der Hoden bin ich zu demselben Resultate gelangt, wie **Böhmig** bei Graffilla muricicola, indem auch hier eine die Hoden umhüllende Membran nicht zu sehen ist, sondern erstere einfach im Bindegewebe verpackt sind.

Die accessorischen Drüsen, welche in das Atrium einmünden (Holzschnitt, Fig. 5 und 15 *dr*) sind wahrscheinlich identisch mit den von v. **Ihering**[1] und **Böhmig** beschriebenen »Schalendrüsen«, welchen die Produktion der Eischalensubstanz zugeschrieben wird. An Flächenschnitten, welche den »Uterus« treffen, kann man die rosettenförmige Anordnung dieser Drüsen sehr gut sehen. Mit Hämatoxylin färben sie sich sehr stark, mit Pikrokarmin schön rosenroth. Ihr Plasma ist feinkörnig und ihre Gestalt birnförmig. Excentrisch liegende Kerne werden an ihnen beobachtet. Der Breitendurchmesser der Drüsen beträgt im Mittel 0,016 mm, ihr Längendurchmesser übertrifft den Breitendurchmesser bedeutend.

---

[1] H. v. **Ihering**, Graffilla muricicola, eine parasitische Rhabdocöle. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. Leipzig 1880.

Das Nervensystem und die Sinnesorgane. Das Nervensystem ist bei Derost. unipunctatum wohl entwickelt. Es besteht aus zwei Ganglien, die durch eine starke Kommissur mit einander verbunden sind. Die Gesammtform des Gehirns (das Thier von der Rückenseite betrachtet) ist trapezförmig (Fig. 17) mit abgerundeten Ecken; es liegt dem Pharynx auf und hat, da derselbe mit der Körperachse einen stumpfen Winkel einschließt, ebenfalls eine gegen den Horizont geneigte Lage. Wir können am Gehirn die schon von zahlreichen Forschern gefundenen zwei Schichten hier wieder erkennen: eine peripher gelegene aus Ganglienzellen bestehende Gehirnrinde (Fig. 2 u. 3 *gg*) und eine central gelegene Fibrillenmasse *ps* (LEYDIG's Punktsubstanz). Aus dieser Punktsubstanz entspringen auch sämmtliche Nerven. Für die Dimensionen des Gehirns gebe ich folgende Werthe an. Länge 0,14 mm, größte Breite 0,24 mm, mittlere Höhe 0,1 mm. Die besten histologischen Bilder habe ich durch Pikrokarmin- oder Hämatoxylintinktion und (bei letzterer Färbung) vorheriges Behandeln mit einem Gemisch von Osmiumessigsäure erhalten. An einem beliebig durch das Gehirn geführten Quer- oder Längsschnitt kann man die periphere Lage dicht gedrängter Ganglienzellenkerne (die Plasmaleiber sind nicht zu sehen!) schön beobachten. Diese Kerne sind rundlich und elliptisch, haben einen Durchmesser von 0,006 mm. Sie nehmen sehr stark Farbstoffe auf und bestehen aus zahlreichen kleinen Körnchen. Die Punktsubstanz färbt sich schwach, ist aber stellenweise deutlich aus Fibrillen zusammengesetzt; die Nerven werden bei ihrem Austritte aus der Fibrillenmasse noch eine Strecke weit von Ganglienzellen begleitet und sind sämmtlich schwierig nachweisbar. Alle sind paarig bis auf einen medianen von der vorderen Wand des Gehirns bis gegen die vordere Körperspitze verlaufenden Nerven (*nm*). BÖHMIG hat für Graffilla muricicola ein Gehirnschema gegeben, nach ihm hat F. SCHMIDT das Nervensystem von Graffilla Braunii genauer untersucht und die meisten der von BÖHMIG bei Graffilla muricicola entdeckten Nerven bei seiner Species wiedergefunden. Derost. unipunctatum lehnt sich stark an Graffilla an. Ich habe sämmtliche von F. SCHMIDT für seine Species angegebenen Nerven hier wiedergefunden und die BÖHMIG'sche Bezeichnungsweise, der sich auch F. SCHMIDT bediente, beibehalten. Die beiden mächtigen, sich in mehrere Stränge theilenden, rechts und links am Vorderrand aus der Punktsubstanz des Gehirns entspringenden »exquisiten Sinnesnerven« BÖHMIG's (n_1) habe ich gut entwickelt gefunden.

Sie übertreffen alle übrigen Nerven an Dicke und können als Nervi optici bezeichnet werden und verlaufen eben so wie der Mediannerv bis zum Epithel des vorderen Körperpoles.

Seitlich und auswärts von ihnen liegen die »diffusen Pigmentflecke«, die sich vom Gehirn bis zur vorderen Körperspitze erstrecken, aus zahlreichen, glänzenden gelblich braunen Körnchen bestehen, und im Körperparenchym den Sinnesnerven anliegen (Fig. 2 *au*). Näheres über diese »Augen« siehe in der Anm. p. 147. Da (wie schon bei Besprechung des Integumentes erwähnt) die Epithelzellen des Vorderendes dicht gedrängt und kleiner sind als am übrigen Körper und Herr Professor v. Graff in seiner Anm. p. 148 von einem »Tastfleck« des Vorderendes spricht, so suchte ich daselbst nach Nervenendigungen — jedoch ohne Erfolg.

Böhmig führt ferner einen Nervus dorsalis (n_3) und einen Nervus ventralis (n_4) an. Beide habe ich gut sehen können, doch bot mir der Nachweis des ersteren bedeutend mehr Schwierigkeiten. Schmidt vermochte bei Graffilla Braunii diesen n_3 nicht aufzufinden. Für n_4 stehen die Dinge besser. Sowohl Schmidt als ich beobachteten ihn, und zwar fand Ersterer »an der unteren Fläche jedes Ganglions entspringend einen starken Nervenstamm, der an der Seite des Ösophagus in dorsoventraler Richtung verläuft, sich aber sehr bald nach seinem Ursprung unregelmäßig theilt; einzelne Faserbündel zweigen sich seitlich ab, während der Rest parallel der Ösophaguswandung herabzieht. Einen Schlundring konnte ich nie nachweisen«. Ich habe ein gleiches Verhalten bei Derost. unipunctatum gefunden. Die pinselförmige Verzweigung des Nervus ventralis (n_4) war sehr schön zu beobachten. — Der Nerv n_6 entspringt jederseits etwas hinter dem Ursprung des Nervus ventralis; ich nenne ihn Nervus lateralis (nicht »Seitennerv« im Sinne Böhmig's, was bei ihm so viel ist als »Längsnerv«). Dieser n_6 ist an Querschnittsbildern, die senkrecht zur Achse des Pharynx geführt werden, immer deutlich nachzuweisen. Von der Existenz des n_5 Böhmig's konnte ich keine sichere Gewissheit erlangen; ich sah wohl an Flächenschnitten hin und wieder Fasern, die sich seitwärts und nach vorn wandten, doch konnte ich mir kein distinktes Bild verschaffen. Es ist übrigens auch möglich, dass mein n_6 Böhmig's $n_5 + n_6$ entspricht. Der Längsnerv n_7 Nervus longitudinalis (dexter und sinister) entspringt am hinteren Theile des Gehirns, macht dann eine »S«-förmige Krümmung nach ab- und auswärts und verläuft parallel der Bauchseite. Ich war im Stande ihn ziemlich weit nach rückwärts zu verfolgen (etwa $^2/_3$ der Thierlänge). Den Geschlechtsnerv (n_8 Böhmig's) konnte ich bei Derost. unipunctatum eben so wenig sehen, wie Schmidt bei Graffilla Braunii.

Mir ist aber sehr wahrscheinlich, dass der Geschlechtsapparat schon in Folge seiner topographischen Lage (er liegt ja zwischen den beiden Längsnerven), von einem Seitenaste des n_7 versorgt wird. Ein Schlundring, wie ihn Sekera (l. c. Fig. 12) von Derost. typhlops zeichnet, existirt hier ganz bestimmt nicht.

Das Exkretionssystem. O. Schmidt gab zuerst eine Darstellung des Wassergefäßsystems dieser Species. Nach ihm besteht dasselbe »aus zwei getrennten seitlichen Partien, deren Mündungen sich nicht, wie bei den Mesostomeen in unmittelbarer Nähe des Mundes befinden, sondern ziemlich weit nach hinten gerückt sind«.

Francotte beschrieb 1881[1] das Wassergefäßsystem des Derost. Benedeni.

Es heißt daselbst: L'appareil excreteur est formé de deux canaux principaux placés longitudinalement de chaque côté de la ligne médiane; ils se réunissent en avant pour former une anse immédiatement au dessus du bulbe pharyngien; les branches internes des deux anses sont en communication par une branche transversale au milieu de laquelle se trouve l'orifice externe de tout le système aquifère. Vers le tiers antérieur vis à vis des organes sexuels, on voit de chaque côté ces vaisseaux se réunir et s'entortiller sur eux-mêmes. Postérieurement, ces deux canaux se réunissent encore en se pelotonnant de nouveau, de façon à former un véritable glomérule. Dans l'intérieur de chacun de ces canaux, on trouve jusqu'à trente flammes vibratiles dans la longueur du corps.« Außer diesem System von Kanälen beschreibt er noch ein zweites, aus viel feineren Kanälen bestehendes, das zahlreiche Schlingen bildet und mit dem ersteren anastomosirt. Francotte fand ferner das ganze System erfüllt von einer klaren Flüssigkeit mit in derselben suspendirten Körperchen, die er auch in den Lymphräumen (espaces lymphatiques) des Thieres gesehen hat. Braun behauptet bei Derostoma unipunctatum die dorsal gelegene Mündung der Hauptstämme rechts und links am Körper mit aller wünschenswerthen Sicherheit gesehen zu haben, dagegen nicht die Öffnung in die Pharyngealtasche oder vor derselben. Über die Topographie der beiden Hauptstämme äußert sich Braun folgendermaßen: »Auf den Querschnitten liegen hinter dem Uterus die beiden Hauptstämme jederseits zwischen den Dotterstöcken und dem Darm.« Ich habe die Hauptstämme und die Mündungsstellen nach außen mit absoluter Sicherheit nachzuweisen vermocht. Rechts und links von der Medianlinie, ungefähr in halber Körperlänge, liegen ventralwärts die Mündungsstellen der beiden Hauptstämme. Die Entfernung der beiden Pori beträgt circa 0,27 mm. Ihre Gestalt ist nach außen zu konisch verjüngt und ihre Breite beträgt an der weitesten Stelle 0,002 mm, während der Porus selbst 0,004 mm breit ist. Die beiden Hauptstämme verlaufen in schwachen Schlängelungen vom Uterus bis zu ihrer Mündungsstelle, sowohl der Bauchseite als auch einander ziemlich parallel, zwischen Darm- und Dotterstöcken eingebettet, in einer Entfernung von circa 0,27 mm von einander, genau symmetrisch zur Mediane. Der Lichtendurchmesser der Hauptstämme beträgt circa 0,016 mm; ihre Wandung besteht aus einer distinkten Membran von 0,001—0,002 mm Dicke. Vor dem Übergange in den Exkretionsbecher verjüngt sich das Lumen des Gefäßes allmählich. Außer diesen Hauptstämmen kommen noch Gefäßbündel (aus drei, vier und mehreren Gefäßen bestehend) hinzu, die von dem hinteren Körperende nach vorn verlaufen. Sie liegen rechts und links von der Mediane (symmetrisch) parallel der Bauchseite zwischen Darm und Dotterstöcken. Ihre Entfernung von einander beträgt circa 0,3 mm; sie sind jedoch etwas mehr von der Bauchseite entfernt als die Hauptstämme. Diese Bündel nun münden jederseits in der Nähe der Pori in die Enden der Hauptstämme ein. An einem der Mediane parallelen Längsschnitte konnte ich den einen Hauptstamm, den Porus, die Einmündungsstelle des von hinten kommenden Gefäßbündels, sowie Theile desselben sehr deutlich sehen. Auch konnte ich diese Stränge über die Mündungsstelle hinaus nach vorn eine Strecke weit verfolgen.

---

[1] P. Francotte, »Sur l'appareil excreteur des Turbellariés rhabdocoeles et dendrocoeles.« Bull. Acad. roy. Belg. 3. sér. T. I. Bruxelles 1881. (Dasselbe in Arch. de Biologie. Vol. II. 1881.)

Befinde ich mich nun auch in Bezug auf die Lage der paarigen Exkretionspori in einem direkten Gegensatze zu Braun, so kann ich doch gleich ihm konstatiren, dass eine unpaare Ausmündung durch die Pharyngealtasche — wie eine solche von Francotte für Derostoma Benedeni und von Sekera für Derostoma typhlops als neben den paarigen Ausmündungen vorhanden, behauptet wird — bei Derostoma unipunctatum nicht vorkommt (s. auch die Anmerkung Prof. v. Graff's p. 148).

Die Krystalloide. Prof. v. Graff hat dieselben in Fig. 12 nach dem Leben abgebildet (s. Anm. p. 148) und ich konnte sie an gefärbten Zerzupfungspräparaten studiren. An solchen (Fig. 11 *kk*) haben die Krystalloide einen Durchmesser von 0,006—0,008 mm und zeigen einen centralen, runden, stark gefärbten Kern und einen gezackten Rand, sehen also morgensternartig aus. Hallez[1] hat diese Gebilde bei Mesostomiden für wirkliche Pentagonaldodekaeder angesprochen — eine Auffassung, die weder für die frischen, noch für die konservirten »Krystalloide« unseres Derostoma zutrifft.

---

[1] P. Hallez, Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés. Lille 1879. p. 79 ff.

Erklärung der Abbildungen.

Durchgängige Bedeutung der Buchstaben:

ai, Atrium genitale inferius;
alm, äußere Längsmuskelschicht des Pharynx;
arm, äußere Ringmuskelschicht des Pharynx;
au, Augenflecken;
bg, Bindegewebsbalken;
bm, Basalmembran des Epithels;
da, Darmepithel;
da_1, Anfangstheil des Darmes;
di, Darminhalt;
do, Dotterstock;
dr, accessorische Drüsen des Geschlechtsapparates;
dvm, Dorsoventralmuskeln = Sagittalmuskeln;
e, Epithel der Körperoberfläche;
eb, Borsten des Epithels;
g, Gehirn;
gg, Ganglienkerne des Gehirns
h, Hoden;
hd, Hautdrüsen;
hm, Hautmuskelschlauch;
i, Insertion der Dorsoventralmuskeln;
ilm, innere Längsmuskelschicht des Pharynx;
irm, innere Ringmuskelschicht des Pharynx;
k, Bindegewebskerne;
kk, Krystalloide;
lm, Längsmuskeln des Hautmuskelschlauches;
n_1, Nervus opticus;
n_3, Nervus dorsalis;
n_4, Nervus ventralis;
n_6, Nervus lateralis;
n_7, Nervus longitudinalis;
nm, Nervus medianus;
od, Keimleiter;
ov, Keimstock;
p, Plasmaausfüllung der Bindegewebskammern;
pa, Ausmündungspapille der Pharyngealdrüsen;
pe, Penis;
ph, Pharynx;

phd, Pharyngealdrüsen;
phe, Pharyngealepithel;
pht, Pharyngealtasche;
ps, Punktsubstanz des Gehirns;
r, Retractoren des Pharynx;
rdm, Radiärmuskeln des Pharynx;
rm, Ringmuskeln des Hautmuskelschlauches;
rs, Receptaculum seminis;
sdr, Stäbchendrüsen;
sp, Spermaballen;
sph, Sphincter des Pharynx;
vd und vd_1, Vasa deferentia;
vg, Vesicula granulorum;
vs, Vesicula seminalis.

Tafel VIII.

(Die Figuren 1, 12, 13, 14 sind mir von Herrn Professor v. Graff zur Verfügung gestellt worden.)

Fig. 1. Derost. unipunctatum, nach dem Leben gezeichnet. Zweimal vergrößert.
Fig. 2. Horizontalschnitt durch das Vorderende.
Fig. 3. Querschnitt durch die Pharyngealgegend.
Fig. 4. Querschnitt aus der Mitte des Körpers.
Fig. 5. Fast medianer Längsschnitt. (Der Mund ist nicht getroffen.)
Fig. 6. Querschnitt durch den Pharynx.
Fig. 7. Längsschnitt durch den Pharynx.
Fig. 8. Körperepithel in der Flächenansicht nach Sublimatbehandlung.
Fig. 9. Dasselbe nach Osmiumsäurebehandlung.
Fig. 10. Bindegewebe aus dem Hinterende des Körpers.
Fig. 11. Stück aus einem Längsschnitt, um die Insertion der Dorsoventralmuskeln zu zeigen.
Fig. 12. Krystalloide, nach dem Leben gezeichnet.
Fig. 13. Durchschnitt des hartschaligen Eies.
Fig. 14. Reife Spermatozoen.
Fig. 15. Stück aus einem Querschnitt in der Gegend des Geschlechtsapparates.
Fig. 16. Stück aus einem Längsschnitt durch den Penis.
Fig. 17. Gehirnschema nach Querschnitten konstruirt (die Nervenbezeichnung nach Böhmig's Graffilla-Arbeit). Auf der rechten Seite erscheint die Decke abgenommen, um die Ursprünge der Nerven aus der Punktsubstanz zu zeigen.

Die ungeschlechtliche Vermehrung der endoprokten Bryozoen.

Von

Oswald Seeliger,
Privatdocenten an der Universität Berlin.

Mit Tafel IX und X und 6 Holzschnitten.

Das Material zu der vorliegenden Untersuchung wurde während eines längeren Aufenthaltes im Sommer des vorigen Jahres in der Zoologischen Station zu Triest gesammelt. Ich nehme gern die Gelegenheit wahr, um an dieser Stelle dem Direktor der Station, Herrn Professor C. Claus, der mir einen Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt hatte, und Herrn Dr. Ed. Graeffe, der mir bei der Beschaffung des Materials in liebenswürdigster Weise behilflich war, meinen verbindlichsten Dank abzustatten.

Wie schon frühere Autoren erwähnt haben, empfiehlt es sich, die Knospung an konservirtem Materiale zu studiren. Zur Fixirung der Gewebe bewährten sich in vorzüglichster Weise Sublimatlösungen und deren Mischungen mit anderen Reagentien. Zunächst wendete ich eine einfache in filtrirtem Seewasser heiß gesättigte Sublimatlösung an, mit welcher kleine Stöckchen übergossen wurden, entweder nachdem die Flüssigkeit vollständig erkaltet war, oder nachdem dieselbe wieder auf eine Temperatur von 70° Celsius gebracht worden war. Bei letzterem Verfahren hebt sich die Cuticula beträchtlich weit von der ektodermalen Matrix ab. Noch geeigneter erwiesen sich zwei andere Methoden. Die heiße Sublimatlösung wurde mit $^1/_{50}$ Raumtheil Eisessig vermischt und dann kalt angewendet. Auf kleinere Gewebsstücke und Larven ließ ich diese Lösung fünf bis acht Minuten einwirken und erhielt nach gründlicher Auswaschung in Wasser und Färbung mit Boraxkarmin außerordentlich klare Präparate. Wurden ganze Stöcke behandelt, so ließ ich die Lösung längere Zeit wirksam sein.

Mit Erfolg bediente ich mich auch eines Zusatzes von Chromsäure zu dieser Sublimat-Essigsäure. Am geeignetsten schien es mir, diesen in $^1/_{10}$ Procent Stärke anzuwenden. Der einzige Nachtheil ist der, dass die Färbung nachher nicht so gut gelingen will wie nach den vorhin erwähnten Behandlungen. Dem gegenüber erscheint aber der Vortheil, dass namentlich die epitheliale Struktur scharf erhalten bleibt, um so bedeutungsvoller, als es mir bei dieser Untersuchung von großer Wichtigkeit war, das entodermale, vom Mutterthier stammende Zellsäckchen in den jungen Knospen aufzufinden. Allerdings habe ich erfolglos danach gesucht.

Außer diesen Konservirungsmethoden versuchte ich noch KLEINENBERG'sche Pikrinschwefelsäure- und Osmiumsäurebehandlung. Jedoch halten die so gewonnenen Präparate mit den anderen keinen Vergleich aus, so dass ich mich bei der Untersuchung auf diese beschränkte.

I. Die Bildung des Bryozoenstockes.

Über die Vorgänge bei der ungeschlechtlichen Vermehrung der endoprokten Bryozoen liegen zwei, sich selbst in den wesentlichsten Punkten widersprechende Angaben vor. Die eine Auffassung hat NITSCHE[1] begründet. Durch die Untersuchung von Loxosoma ist er zu dem Ergebnisse gelangt, dass sich die Knospen ausschließlich aus dem Ektoderm ihres Mutterthieres aufbauen. »Ich kann ganz bestimmt behaupten, dass die Knospe ausschließlich aus der Leibeswand des Mutterthieres sich bildet. Es geht stets in die Bildung einer Knospe ein 1) ein Stück der polygonalen Zellschicht der mütterlichen Leibeswand, und 2) der diesem entsprechende Theil der Cuticula des Mutterthieres« (l. c. p. 371). Die Knospung beginne frühzeitig immer an einer ganz bestimmten Stelle, wenn die Ektodermzellen noch jugendlichen, entwicklungsfähigen Zustand aufwiesen und noch nicht, wie dies später namentlich im Stiele der Fall sei, zu »flachen, saftlosen, gegen einander kaum deutlich abgegrenzten Epithelzellen« geworden seien. Die Bildung des Tochterindividuums ginge in sehr einfacher Weise vor sich. In der die Knospe bildenden, noch flach ausgebreiteten Ektodermzellgruppe, die in letzter Instanz möglicherweise aus einer Zelle entstanden sein könne, ließe sich eine größere centrale Zelle von den sie umgebenden peripheren unterscheiden (vgl. die im Holzschnitt beigegebene Abbildung I). Die erstere bilde das Entoderm der Knospe, die letzteren Ektoderm und Mesoderm. Die Entodermzelle theile sich zunächst in zwei Theile (Fig. II), und indem ihre weiteren Theilungen vornehmlich parallel zur Oberfläche erfolgten, entständen zwei in die Tiefe rückende entodermale

---

[1] H. NITSCHE, Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen. V. Über die Knospung der Bryozoen. Diese Zeitschr. Bd. XXV. Suppl.

Zellplatten (Fig. III), aus welchen später das gesammte Polypid, also Atrium und Verdauungstractus, sich bilde. Auf jeder Seite der Entodermzellen sonderten sich zwei Zellen der peripheren Gruppe zu Mesodermzellen, welche während der erwähnten Vorgänge in die primäre Leibeshöhle hineinwanderten und sich durch Theilung vermehrten, um das sogenannte Körperparenchym zu bilden. So ist also das dreiblättrige jugendliche Knospenstadium in Fig. IV gewonnen, welches alle Beobachter bei Loxosoma und auch bei Pedicellina in mehr oder minder modificirter Weise angetroffen haben, und welches auch wir in der Beschreibung weiter unten wiederfinden werden.

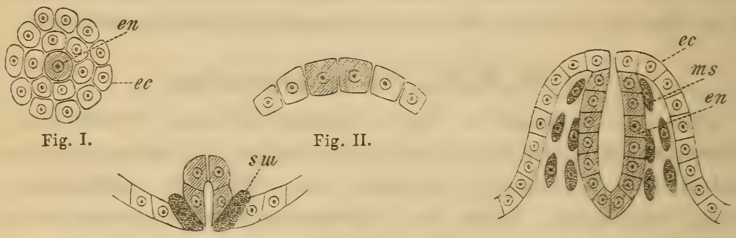


Fig. I. Fig. II. Fig. III. Fig. IV.

ec, Ektodermanlage der Knospe; *en*, deren Entoderm; *ms*, das Mesoderm.

Die späteren Beobachter der Knospung der endoprokten Bryozoen haben sich fast ausnahmslos dieser Darstellung Nitsche's mehr oder minder innig angeschlossen. So Carl Vogt[1], der ebenfalls ausdrücklich erwähnt, dass bei der von ihm beobachteten Knospung von Loxosoma phascolosomatum nur das Ektoderm des Mutterthieres sich betheilige.

In den wesentlichsten Punkten hat sich auch Salensky[2] für Nitsche's Auffassung erklärt, nicht nur bezüglich Loxosoma, sondern auch für Pedicellina. Freilich scheint Salensky gerade für die Entscheidung der wichtigsten Frage, nämlich für die Herleitung der drei Keimblätter der Knospe aus den Schichten und Geweben des Mutterthieres keine geeigneten Stadien angetroffen zu haben, denn er äußert sich darüber nur vorsichtig. So sagt er bezüglich der Entstehung des Entoderms: »Sur le sommet du bourgeon, quelques cellules de l'ectoderme s'allongent et s'enfoncent en dedans; probablement[3] ces cellules donnent naissance à l'entoderme.«

---

[1] C. Vogt, »Sur le Loxosome des Phascolosomes (Loxosoma phascolosomatum)«. Arch. zool. expér. 1876.

[2] Salensky, »Études sur les Bryozoaires entoproctes.« Annal. d. Scienc. natur. 6. Sér. Zool. Bd. V. 1877.

[3] Dieses Wort ist von mir durch den Druck hervorgehoben.

Einen durchaus verschiedenen Standpunkt nimmt Hatschek[1] ein. Bezüglich der Klarheit der Abbildungen und der Ausführlichkeit der Beschreibung lässt sich kaum eine der früheren Arbeiten mit der seinigen vergleichen, so dass seine Befunde von Balfour[2] und Claus[3] vollständig aufgenommen wurden, und dass zum Theil selbst solche Vorgänge, welche Hatschek selbst als nur wahrscheinlich und noch unerwiesen hinstellte, in Lehrbüchern als erwiesene Thatsachen hingestellt werden konnten.

Hatschek lässt alle drei Keimblätter des Mutterthieres bei der Bildung der Knospe thätig sein. Damit erschiene der Knospungsvorgang der Bryozoen als der nämliche wie der der Tunicaten und stände auch in Übereinstimmung mit den für die Cölenteraten bekannt gewordenen Thatsachen, mit welchen sich die älteren Angaben über die Bryozoenknospung nicht vereinigen ließen. Die drei Keimblätter aller Knospen leiten sich nach Hatschek in letzter Instanz von den gleichen Blättern des Embryo ab, und zwar glaubt er den entodermalen Antheil in den Knospen, den Niemand außer ihm beobachtet hatte, auf das räthselhafte Organ (x in dem beigefügten Holzschnitt Fig. V) der Larve zurückführen zu sollen, für welches er einen entodermalen Ursprung feststellte. Von einem Theil dieses Entodermsäckchens der Larve stamme also das Entoderm ab, welches an der freiwachsenden und knospenbildenden

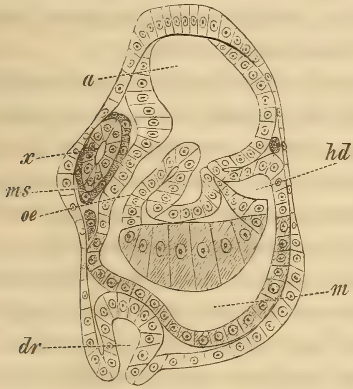


Fig. V.

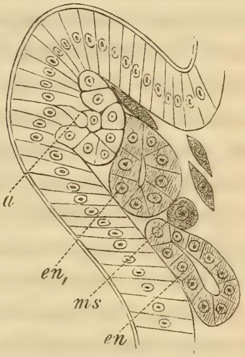


Fig. VI.

a, Atrium; *dr*, Drüse; *en*, *en,*, Entodermsäckchen; *hd*, Hinterdarm; *m*, Magen; *ms*, Mesoderm; *oe*, Ösophagus; *x*, Rückenorgan, vermeintliche Knospenanlage.

---

[1] B. Hatschek, »Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata«. Diese Zeitschr. Bd. XXIX. 1877.

[2] Balfour, »Handbuch der vergl. Embryologie«. Bd. I. p. 280 ff. Jena 1880.

[3] Claus, »Lehrbuch der Zoologie«. 4. Aufl. 1887. p. 618.

Spitze des Stolos anzutreffen sei. Bei der Bildung der Knospe würde aber nicht das ganze Entoderm im Stolo verwendet, sondern nur ein Theil desselben. Denn es zerfalle in zwei Abschnitte; der eine (*en*, in Fig. VI) rücke in die buckelförmige Erhebung des Ektoderms hinein, um den Mitteltheil des Verdauungstractus der Knospe zu bilden, während der andere (*en*) zunächst ohne weitere Entwicklung auf dem indifferenten Stadium verharre. Erst wenn sich später eine neue Knospe anlege, theile sich dieses Entodermsäckchen genau in der eben erwähnten Weise in zwei (*en*, und *en*), von denen das eine wiederum nur den Mitteldarm der zweiten Knospe liefere, das andere aber das Entoderm für alle noch später auftretenden Knospen in sich vereinige.

Was Hatschek's Angaben über die weitere Umbildung der dreiblätterigen Anlage zur fertigen Pedicellinaform anlangt, so will ich mich an dieser Stelle darauf beschränken, zu erwähnen, dass aus einer vom entodermalen mittleren Darme vollständig unabhängigen, zunächst soliden, dann sich aushöhlenden Ektodermwucherung (*a* in der schematischen Abbildung VI) Atrium, Tentakeln, Ösophagus, Hinterdarm und Ganglion entstehen sollen. Auf die ausführlichen Angaben Hatschek's werde ich weiter unten noch zurückkommen müssen.

Gegen die Vermuthung Hatschek's, dass das oben erwähnte Rückenorgan der Larve für die Knospung Bedeutung habe, sind seither von verschiedener Seite Widersprüche erhoben worden. Schon die älteren Angaben von Barrois[1], die allerdings noch recht wenig vollständig lauteten, waren einer solchen Auffassung keineswegs günstig. Später hat dieser Autor die postembryonale Entwicklung von Pedicellina speciell untersucht[2] und nachgewiesen, dass sie eine tiefgehende Metamorphose darstelle. Seither sind diese Ergebnisse bereits von Harmer[3] im Wesentlichen bestätigt worden, der die Untersuchung an zahlreichen Längs- und Querschnitten ausgeführt hat, so dass seine Resultate allen Anspruch auf Zuverlässigkeit erheben können.

Von der Festsetzung der Larve mit dem oralen (in der vorstehenden Abbildung nach oben gekehrten) Pole, wie sie von diesen Autoren behauptet wird, kann man sich in der That leicht überzeugen. Schon ganz kurze Zeit, nachdem ich Pedicellinastöckchen mit alten Individuen, in deren Bruträumen Embryonen lagen, in größere Glasgefäße gebracht hatte, fanden sich an der Oberfläche des Wassers zahlreiche freischwimmende Larven. Über die Zeitdauer der freien Larvenperiode, die überaus variabel zu sein scheint, kann ich keine bestimmten Angaben machen; in vielen Fällen ist sie nur sehr kurz, vielleicht nur einige Stunden. Im Gegensatze zu früheren Beobachtern fand ich trotz aufmerksamer Durchmusterung des Glasgefäßes an den Wänden keine einzige festgesetzte Larvenform. Dagegen waren solche auf den Pflanzentheilen, zwischen welchen sich die Mutterthiere angesiedelt hatten, unschwer aufzufinden.

---

[1] Barrois, »Mémoire sur l'embryologie des Bryozoaires«. p. 38 ff. Lille 1877.

[2] Ders., »Métamorphose de la Pédicelline«. Compt. rend. T. XCII. p. 1527. 1881. — »Mémoire sur la métamorphose de quelques Bryozoaires«. Annal. Sc. natur. (7) Zoolog. I. 1886.

[3] Harmer, »On the life-history of Pedicellina«. Quart. Journ. Microsc. Scienc. Vol. XXVII. 1887.

In Fig. 1, Taf. IX, gebe ich eine Abbildung einer solchen festgesetzten jungen Solitärform. Die Umkehrung des gesammten Polypids und die Rückbildung der provisorischen Larvenorgane[1], die namentlich von Harmer ausführlich besprochen wurden, haben bereits stattgefunden, und von dem vermeintlichen Knospungsorgane ist also nichts mehr vorhanden. Auf diesem Stadium ähnelt die junge Pedicellina einer Loxosoma, bei der ebenfalls die Sonderung in Stiel und Köpfchen nur unvollkommen ausgeprägt ist.

Der gesammte untere Abschnitt, der zum Stiel wird, ist mit sehr verschieden geformten Mesodermzellen erfüllt. Auf diesem Stadium und auch schon auf jüngeren, bald nachdem die freischwimmende Larve sich mit der Oralseite festgesetzt hat, dringen überaus häufig parasitäre Infusorien in das Thier ein und zerstören es. Bei der Untersuchung von ausschließlich konservirtem Materiale scheint dann leicht eine Verwechslung der Parasiten mit Phagocytenzellen möglich zu sein, womit ich jedoch durchaus nicht behaupten möchte, dass diese letzteren nicht in Wirklichkeit während der Metamorphose auftreten und Bedeutung haben.

Im Verdauungstractus sind auf diesem Stadium bereits die einzelnen Abschnitte als Ösophagus, Magen, Mittel- und Enddarm zur Sonderung gelangt, obwohl sich dieselbe allerdings noch weniger vollkommen zeigt, als in der Endform. Im Atrium, welches sich bereits nach außen durch einen schlitzförmigen Spalt geöffnet hat, erscheint die Anlage von einigen Tentakeln, die bereits Harmer erwähnt hat. Das ektodermale Hautepithel hat allseitig eine Cuticula ausgeschieden und weist an der Festheftungsstelle cylindrische Drüsenzellen auf, während sich an den übrigen Orten vorwiegend ziemlich kleine meist kubische Zellen finden, welche von einem sogenannten embryonalen Charakter wenig mehr verrathen, so im Besonderen an der Stelle, an welcher später der Stolo entstehen muss.

---

[1] Diese beiden in der schematischen Abbildung V mit *dr* und *x* bezeichneten Gebilde fasst Barrois als larvale Sinnesorgane auf, denen keine besondere morphologische Bedeutung beizumessen sei. Harmer nennt das vermeintliche Knospungsorgan Hatschek's (*x*) Gehirn. Auf seine Auffassung über den morphologischen Werth dieses Gebildes und die darauf gegründete Verwandtschaftsbeziehung der Bryozoen hier einzugehen, liegt mir fern.

Ein bedeutend weiter entwickeltes Stadium zeigt Fig. 2. Durch eine tiefe ringförmige Furche, die horizontal verläuft, erscheint der gesammte Vorderabschnitt des Thieres als Köpfchen von dem hinteren Stiel scharf abgesetzt. Das erstere zeigt fast ganz den Bau, der aus der anatomischen Beschreibung der ausgebildeten Form durch die früheren Autoren bekannt geworden ist. Im Atrium ist die Zahl und die Ausbildung der Tentakeln merklich vorgeschritten. Die einzelnen Theile des Verdauungstractus zeigen eine schärfere Sonderung, und die dem Atrium zugekehrte Wand des Magens, die auf einem früheren Stadium mehrschichtig erschien, besteht aus einem einschichtigen Cylinderepithel. Über dieser Wand liegt das Ganglion, und in der primären Leibeshöhle allenthalben zerstreut mannigfach geformte Mesodermzellen.

Der Stiel ist beträchtlich schlanker geworden und besteht natürlich wie im vorigen Stadium ausschließlich aus Ektoderm und Mesoderm. Unter den Mesodermzellen herrscht die Spindelform vor, dazwischen finden sich aber auch sternförmige Bindegewebszellen und solche, die mehr rundlich geformt erscheinen. Die enge Verbindungsstelle der Leibeshöhle des Stieles und Köpfchens wird durch eine Reihe quer gestellter, im Durchschnitt als äußerst feine Spindelzellen erscheinender Mesodermelemente fast vollständig geschlossen.

Im Ektoderm finden wir an der Festheftungsstelle wieder die cylindrischen Drüsenzellen vor. Die übrigen Zellen bilden bereits ein flaches Epithel; nur am oberen Stielende, wo der Umschlag in das Ektoderm des Köpfchens erfolgt, und in einer mehr oder minder ausgedehnten Nachbarzone der Fußdrüse liegen freilich nur kleine kubische und cylinderförmige Zellen. Im Ektoderm des Stieles habe ich in Fig. 2 eine Stelle mit *st* bezeichnet, an welcher sich einige Zellen vorfinden, die sich gegenüber den benachbarten durch größere Kerne und, wie mir schien, plasmareicheren Leib auszeichnen. Ich nehme an, dass aus diesen weiterhin der Stolo mit sämmtlichen Knospen seinen Ursprung nimmt. Jedoch muss ich bemerken, dass ich auch solitäre Pedicellinen von ganz gleicher Ausbildung wie die abgebildete fand, bei welchen eine solche Zone noch mehr embryonaler Ektodermzellen nur unmittelbar über der Fußdrüse anzutreffen war, so dass vielleicht die Stelle, an welcher der Stolo seinen Ausgang nimmt, an der Solitärform nicht vollkommen genau bestimmt erscheint und möglicherweise von der Unterlage abhängig ist, auf welcher die Festsetzung der Larve erfolgt war.

Ein weiteres Stadium der aus der festgesetzten Larvenform entstandenen Pedicellina, das sich durch bedeutendere Größe auszeichnet, findet sich in Fig. 3 abgebildet. Die Organisation im Köpfchen ist aus dem vorhergehenden Stadium ohne Weiteres zu verstehen. Zwischen Ganglion und Hinterdarm findet sich jederseits ein dem Hautepithel nahe liegender mesodermaler Zellhaufen, den ich für die Anlage der Geschlechtsorgane halte. Denn dass solche in der aus dem Ei stammenden Form sich bilden und reifen, scheint mir um so gewisser, als wir auf diesem und auch schon auf dem vorhergehenden Stadium an der Atrialwand unfern vom Hinterdarm eine Ausstülpung antreffen, die die Anlage des Brutraumes darstellt. Vor dem Ganglion zwischen diesem und dem Ösophagus ist ein kleines **s**-förmig gekrümmtes paariges Gebilde zu erkennen, das ich als die Segmentalorgane deute. Die Länge einer Schleife betrug im Präparat 0,0021 mm. Im unteren, der Magenwand genäherten Ende waren auf diesem Stadium zwei, wie zwei Geldstücke über einander liegende solide Zellen zu unterscheiden, während sich der ganze übrige Abschnitt als röhrenförmig erwies. Das Organ liegt der Medianebene des Thieres nahe; die darüber liegenden Gewebe verhinderten mich daher, da ich das Präparat schonen wollte, ganz starke Objektive zu genauerer Untersuchung anzuwenden. Beide Organe, Geschlechtsorgane und Nierenkanälchen werden, wie ich annehmen muss, erst geraume Zeit nach der Festsetzung angelegt, denn in den vorhin erwähnten Stadien konnte ich sie noch nicht nachweisen.

Die Übergangsstelle des Köpfchens zum Stiel hat die aus der Beschreibung der ausgebildeten Form bekannte Gestalt angenommen. Auf dem Stiel sind bereits eine Anzahl cuticularer Stacheln zur Entwicklung gelangt, deren Achse, wenigstens im basalen Abschnitt, von einem protoplasmatischen Fortsatze einer Ektodermzelle durchsetzt wird. Die Ektodermzellen selbst stellen überall im Stiel mit Ausnahme des oberen Endes ein zartes Plattenepithel dar. Die Mesodermzellen haben fast sämmtlich Spindelform angenommen; dicht unter dem Hautepithel ist die Stielmuskulatur mit ihren langen und feinen Längsfibrillen zur Ausbildung gelangt.

An der Basis des Stieles sitzt ein Stolo, an dessen Spitze die erste Polypidanlage[1] zur Entwicklung gelangt ist. Man sieht, dass der Stolo von der Seite des Stieles entspringt, an welcher im Köpfchen der Hinterdarm liegt, und zwar in der Weise, dass seine und der folgenden Knospen Medianebenen, wenn auch nicht vollkommen, so doch nahezu mit der des Mutterthieres zusammenfallen. In etwa zehn Fällen, in denen ich bestimmt aus dem Ei entstandene Pedicellinen mit erster Stoloanlage vor mir hatte, fand ich dieselbe stets an der nämlichen Stelle, während sich die späteren Knospen im Hauptstolo stets an der Seite des Stieles erheben, welche der Ösophagusseite des nächst älteren Thieres entspricht. Harmer hat dagegen auch den Stolo der Solitärform an deren Ösophagusseite entspringen sehen. Nur einmal fand ich in einem etwas älteren als in Fig. 2 abgebildeten Stadium auf der Ösophagusseite nahe der Festheftungsstelle des Stieles eine Zone plasmareicherer Zellen, die mir die Ansicht nahe legten, dass daselbst in einer folgenden Periode der Stolo sich anlegen würde.

---

[1] Ich werde aus Zweckmäßigkeitsrücksichten für eine leichtere Beschreibung den Ausdruck »Polypid« für die gemeinsame Anlage des Atriums, der Tentakeln, des Ganglions und des Verdauungstractus beibehalten. Es wird dadurch nicht das Missverständnis hervorgerufen werden, als ob damit eine Rückkehr zu der alten Auffassung angedeutet werden solle, welche das Polypid als ein selbständiges durch Knospung am Cystid entstandenes und diesem gleichwerthiges Individuum

Was die Art und Weise der Bildung des Stolo anbelangt, so erfolgt dieselbe durch beide im Stiel vorhandene Keimschichten. Man sieht in Fig. 4 ein jüngeres Stadium abgebildet, das vollständig mit dem von Harmer beschriebenen übereinstimmt, in welchem ebenfalls ein entodermaler Antheil in der Knospe nicht vorhanden ist. In die buckelförmige ektodermale Hervorwölbung sind Mesenchymzellen eingewandert, deren Gestalt sehr verschieden, spindelförmig, sternförmig, kugelähnlich ist. Die meisten Zellen besitzen Kerne, die an Umfang die der Ektodermzellen übertreffen und häufig in Theilung angetroffen werden. Die Ektodermzellen unterscheiden sich von den flachen Zellen des Stieles auffallend durch bedeutendere Größe und Cylinderform; besonders an der Spitze (*p*), wo man leicht Zelltheilungen beobachten kann und woselbst in der weiter unten zu beschreibenden Weise die Anlage des Polypids erfolgt. In Fig. 5 und 3 sind weitere Stadien gezeichnet, welche an der Spitze des Stolos entwickeltere Polypide zeigen und auch bereits die Stelle erkennen lassen (*st*), an welcher weiterhin eine neue Knospe entstehen wird.

II. Die Knospung am freien Ende des Hauptstolos.

Den Vorgang der Knospung habe ich in allen seinen Einzelheiten an dem frei fortwachsenden Ende des Hauptstolos verfolgen können, an der nämlichen Stelle, an der nach den Mittheilungen Hatscheks einzig und allein die ungeschlechtliche Vermehrung vor sich gehen soll. Wie dieser Forscher ganz richtig erwähnt hat, zeigt das Stoloende individuelle Verschiedenheiten, indem die einzelnen Knospen bald mehr,

ansieht. Eben so wenig sollen damit das Atrium und die aus ihm hervorgehenden Organe als entodermal in Anspruch genommen werden.

bald weniger dicht auf verschiedenen Ausbildungsstufen stehend neben einander liegen und dem entsprechend auch Unterschiede in ihrer äußeren Gestalt aufweisen.

In den Fig. 7 und 8 sind zwei Stoloenden abgebildet. Es lässt sich genau feststellen, wo die folgende Knospe entstehen wird. In Fig. 7 ist es in der Medianebene die mit *st* bezeichnete Stelle unterhalb des Stadiums XIV. Das Ektoderm dieser Region setzt sich aus ziemlich hohen Cylinderzellen zusammen, die von den benachbarten nicht merklich unterschieden sind. Die Cuticula erscheint an allen Stellen in Folge der Behandlungsweise des Präparates weit abgehoben. Die Mesodermzellen sieht man an diesem Orte etwas dichter an einander gelagert, von weniger ausgeprägter Spindelform als sie an anderen Stellen vorherrscht. Die meisten Kerne dieser Mesodermzellen sind größer als die der Ektodermzellen.

Nicht viel verschieden erscheint das in Fig. 9 abgebildete Stadium II. Man bemerkt nur im Ektoderm einen Größenunterschied der Zellen; die für die Knospe zur Verwendung gelangenden sind höher. So erscheint gewöhnlich, wenn auch nicht immer äußerlich schon eine kleine buckelförmige Erhebung des Ektoderms als Andeutung der Knospungszone.

Einen Querschnitt durch ein solches Stadium zeigt Fig. 20. Im Ektoderm fällt die Zone der hohen Cylinderzellen sofort auf (*st*). Die mittleren Zellen zeigen ihre Kerne in Theilung begriffen, was man bei der Einführung stärkerer Systeme, als nach denen die Zeichnung angefertigt wurde, vollständig deutlich erkennt. Die Mittelzelle weist die charakteristischen beiden chromatischen Tochterplatten auf. Man begegnet in dieser Zone fast auf jedem Querschnitt Zelltheilungen; es steht dies mit der außerordentlichen Flächenvergrößerung, die dieselbe zu erfahren hat, in Übereinstimmung. Aber auch an den anderen Stellen des Ektoderms und in der Abbildung im Besonderen an der der Knospungszone fast gegenüberliegenden Stelle sind Kerntheilungen häufig anzutreffen. Durch sie wird das Wachsthum des Stieles des nächst älteren Thieres bedingt, wodurch dann naturgemäß die neue Knospe vom Köpfchen desselben immer mehr abrückt. Ich möchte an diesem Orte gleich auf die Lagebeziehung der chromatischen Tochterplatten der an den verschiedenen Stellen sich theilenden Ektodermkerne aufmerksam machen, wie sie namentlich in dem abgebildeten Querschnitte deutlich hervortritt. Aber es soll damit kein ausnahmslos gültiges Verhalten, sondern nur ein vorherrschendes angedeutet werden. In der Knospungsregion sieht man die Platten parallel, an den anderen Stellen senkrecht zur Oberfläche des Ektoderms gelagert. Treten weiterhin keine Verschiebungen ein, so werden wohl auch die beiden Tochterzellen eine dem entsprechende Lage haben, und es wird die erstere Theilung eine Verdickung oder Einstülpung, die letztere eine Vergrößerung des Umfanges des Ektoderms bedingen müssen.

Wie der Querschnitt weiter lehrt, ist die primäre Leibeshöhle von den Mesodermzellen zum größten Theil erfüllt. Auch unter ihnen begegnet man zahlreichen Theilungen, von denen einige abgebildet sind. Im Übrigen aber findet man nur die Verhältnisse bestätigt, die wir oben aus dem optischen Längsschnitt erkennen konnten.

Die in Fig. 8 mit III bezeichnete Knospenanlage unterscheidet sich von der eben beschriebenen nur dadurch, dass die betreffende Ektodermregion etwas stärker nach außen hervorgewölbt erscheint und den Beginn einer wirklichen Ausstülpung anzeigt.

In Fig. 10 ist die Ausstülpung etwas höher geworden. An der Spitze derselben reichen die Zellen nicht mehr von der Cuticula bis zur Leibeshöhle, sondern man sieht innerhalb dieses Raumes auf einem Durchschnitt zwei Kerne neben einander liegen, die wohl durch Theilung in der Weise entstanden sind, wie es in Fig. 20 zu sehen war. Das Ektoderm erscheint also hier verdickt und zweischichtig, es deutet dies den Beginn einer Einfaltung an.

In anderen Knospen beginnt diese Einstülpung erst viel später, wenn ihre Erhebung über die Oberfläche des Stieles viel ansehnlicher geworden ist. Dem entsprechend erscheinen dann die Knospen viel schlanker als es bei der bisher beschriebenen Bildungsweise der Fall ist. Solche schlanke Knospenanlagen treten dann immer erst an verhältnismäßig weit vorgeschrittenen Stadien auf, so dass in diesen Fällen der Grad der Ausbildung zwischen der jüngsten und vorhergehenden Knospe ein sehr verschiedener ist. In Fig. 28 habe ich einen Längsschnitt durch eine derartige ziemlich umfangreiche Knospenanlage gezeichnet. Das ältere Thier, an welchem dieser Stolo hängt, ist größer und weiter ausgebildet als das älteste Thier in dem in Fig. 7 gezeichneten Stöckchen, während die Einfaltung der neuen Knospe bei *p* eben erst auftritt. Die Höhle dieses Stoloendes, welches weiterhin noch eine ganze Anzahl von Knospen hervorgehen zu lassen bestimmt ist, ist mit Mesenchymzellen erfüllt und von der Leibeshöhle des Stieles der vorhergehenden Knospe durch Muskelzellen unvollkommen abgetrennt.

Auf einem nur unbedeutend weiter entwickelten Stadium sieht man die Knospe in Fig. 11, in welcher zwei optische Längsschnitte bei hoher und tiefer Tubuseinstellung abgebildet sind. In der linken Zeichnung erkennt man, dass durch die in parallel zur Oberfläche erfolgten Theilungen eine Erhebung des Ektoderms gegen die Leibeshöhle zu hervorgerufen ist, während der andere Schnitt zwar mehrere Kernreihen aufweist, die innere Ektodermwand aber noch in konkaver Krümmung zeigt.

Einen Querschnitt durch eine so beschaffene Knospe habe ich in Fig. 21 abgebildet. Er bestätigt, dass das Ektoderm an dieser Stelle in der That mehrschichtig geworden ist. Die Mesodermzellen, die fast durchwegs größere Kerne besitzen als die Ektodermzellen, erfüllen in diesem Präparat die Leibeshöhle fast vollständig; zum Theil scheinen ihre Formen durch den gegenseitigen Druck beeinflusst. In anderen Knospen findet man dagegen das mittlere Blatt viel weniger umfangreich entfaltet, so dass die primäre Leibeshöhle durch ihre Ausdehnung auffällt.

Das in Fig. 12 gezeichnete Stadium VI zeigt die ektodermale Einstülpung, denn als eine solche muss diese Wucherung aufgefasst werden, weiter vorgeschritten, während gleichzeitig auch nach außen zu die Erhebung der Knospe über den Stiel des älteren Thieres an Umfang merklich zugenommen hat. Mesodermzellen liegen dem eingestülpten Ektoderm dicht an, erscheinen aber überall von demselben deutlich abgegrenzt.

Das Stadium VII in Fig. 13 zeigt schärfer, als es aus den bisher beschriebenen allerersten Vorgängen ersichtlich war, dass die ektodermale Wucherung als eine wirkliche Einstülpung zu betrachten ist, bei welcher die Zellen fest an einander gepresst bleiben. Im Übrigen zeichnet sich diese Knospenanlage nur dadurch aus, dass sie sich etwas höher als die vorhin beschriebene erhebt und dass die Einstülpung an ihrer Spitze ein wenig tiefer geworden ist. Diese letztere stellt die Anlage des Polypids dar.

Eine weiter entwickelte Knospe ist in Fig. 14 gezeichnet. Die äußere Erhebung der Anlage über dem Stiel hat bedeutend an Umfang zugenommen und ungefähr die Hälfte der Höhe der Knospe XIV in Fig. 7 erreicht. Die Ektodermzellen sind in Folge der außerordentlichen Flächenvergrößerung bedeutend kleiner geworden. Wie man schon aus den bisher besprochenen Abbildungen ersehen kann und aus den folgenden noch entnehmen wird, unterliegt auf ein und demselben Stadium die Größe der Zellen überaus reichen individuellen Verschiedenheiten. Vielleicht hängt es damit zusammen, dass die Höhe der äußeren Knospenanlage nicht überall in dem gleichen Maße wächst wie die Einstülpung an ihrer Spitze an Tiefe zunimmt. Die umfangreichere Polypidanlage erscheint jetzt auch auf dem Längsschnitt, allerdings nur bei ganz scharfer Einstellung des Tubus auf die Medianebene, als eine deutliche Einstülpung des Ektoderms, deren Zellen von denen des Hautepithels der

Knospe nicht verschieden sind. Die Elemente des Mesoderms trifft man dagegen stets deutlich gesondert von diesen epithelialen Bildungen.

Durch dieses wichtige Stadium habe ich eine Anzahl Querschnitte angefertigt. In Fig. 22 ist ein solcher durch eine nur ganz unbedeutend jüngere Knospe, in welcher die Polypidanlage noch etwas weniger umfangreich ist, abgebildet. Die Schnittrichtung ist in Fig. 14 durch eine die Abbildung schneidende Linie ersichtlich gemacht. Es ist also die Kuppe der Knospenausstülpung durchschnitten und nur die eine, obere Fläche des sich einstülpenden Ektoderms getroffen. In der schmalen primären Leibeshöhle erscheinen die Mesodermzellen mit fast kreisförmigen Querschnitten und großen, an einer Stelle in Theilung begriffenen Kernen. Auf einem folgenden Schnitt dieser Serie ist das Polypid ein geschlossener vom Ektoderm getrennter Zellkranz, und auf einem dritten ist das äußerste Ende der Polypideinstülpung durchschnitten. Es ergeben sich diese Schnitte genau aus der oben beschriebenen Längsansicht.

Ein anderer Schnitt, der an der Stelle, an welcher das Polypid sich gebildet hat, senkrecht zur Ektodermoberfläche geführt wurde, ist in Fig. 23 abgebildet. Nur auf wenigen Schnitten ist das Polypid anzutreffen, das sich aber mit vollster Deutlichkeit ektodermalen Ursprungs erweist, obwohl gerade an der Invaginationsstelle in ihm ein deutliches Lumen fehlt. Es hängt dies mit der bedeutenden Größe der Zellen zusammen, welche in die Tiefe gerückt sind.

Auf der wesentlich gleichen Ausbildungsstufe findet man die Knospe in Fig. 15; nur erscheint das Polypid etwas länger als das eben beschriebene. Ganz ähnlich verhält sich Stadium X in Fig. 16, in welcher das Polypid gegenüber der Gesammtknospe eine verhältnismäßig bedeutende Größe zeigt. Ich habe diese Figur aber hauptsächlich wegen des Verhaltens des Mesoderms hergesetzt, weil dieses vielleicht einen früheren Irrthum erklärt. Neben in der Leibeshöhle zerstreuten Zellen findet sich eine mesodermale Zellgruppe, die sich einerseits an die Polypideinstülpung anlegt, andererseits bis in den Stiel des älteren Thieres hineinreicht und sich in diesem Längsschnitt aus zwei Reihen von je vier Zellen zusammengesetzt zeigt. Ich kann natürlich aus dem Präparate nicht entscheiden, ob diese Zellen sämmtlich durch Theilung aus den beiden dem Polypid anliegenden hervorgegangen sind, oder ob ursprünglich zerstreute Elemente sich erst nachträglich in dieser Weise angeordnet haben. Es haben aber solche Bilder mich außerordentlich an einige Zeichnungen von Hatschek erinnert, in welchen ein entodermaler Antheil der jungen Knospe und aller noch folgenden Knospengenerationen angegeben ist, und in mir die Vermuthung erweckt, dass eine derartige Anordnung von Mesodermzellen für das noch indifferente Entodermsäckchen gehalten worden sei, welches bei den folgenden Knospungsakten aufgebraucht würde. Dass eine solche Deutung nicht zutreffend ist, ergiebt sich aus der bisherigen Darstellung, in der wir lückenlos die Entstehung des Polypids durch eine Ektodermeinstülpung erkennen konnten, und wird vollends aus der weiteren Beschreibung ersichtlich werden, wenn es sich zeigt, dass aus dieser Ektodermeinstülpung in der That das ganze Polypid und nicht bloß das Atrium hervorgeht.

Querschnitte, welche durch solche Knospen gelegt werden, lassen uns die bereits bekannten Verhältnisse wiederfinden. Man sieht in Fig. 24 das Polypid als eine deutliche Einstülpung des Ektoderms mit einem äußerst schmalen, schlitzförmigen Lumen. Dasselbe ist nach außen durch die Cuticula, die ja das Ektoderm allseitig umgiebt und sich an dieser Stelle in das Lumen hinein erstreckt, geschlossen. Das Polypid hat an Umfang zugenommen und an der Kuppe der Knospe die primäre Leibeshöhle zu einem schmalen Spaltraum verwandelt, in welchem nur wenige Mesodermzellen Raum haben.

In Fig. 29 habe ich einen Längsschnitt durch die Medianebene einer solchen Knospe abgebildet, der mit dem optischen Durchschnitte (Fig. 15) vollkommen übereinstimmt. Es würde dieser Schnitt durch ein solches Stoloende geführt, welches (ähnlich wie Fig. 28) an einem verhältnismäßig alten Thiere sitzt, so dass sich die jüngste Knospe durch eine schlankere Form auszeichnet als es gewöhnlich der Fall ist. Der Schnitt beweist auf das deutlichste, dass das gesammte Polypid durch eine einheitliche ektodermale Einstülpung entstanden ist, und dass an der Stelle, an welcher später ein neues Polypid entstehen muss (*st*), von einem entodermalen Gebilde in der primären Leibeshöhle nichts vorhanden ist. In dieser finden sich ausschließlich bindegewebsartige Mesenchymzellen, und an der Übergangsstelle in den Stiel des älteren Thieres sind einige Muskelfibrillen durchschnitten.

Eine merklich weiter entwickelte Knospe zeigt Fig. 5. Das Polypid, welches zwar beträchtlich größer geworden ist, aber immer noch das stark seitlich zusammengedrückte Lumen besitzt, lässt den Beginn einer Sonderung in zwei Partien erkennen: einer oberen (*a*), welche durch die äußerst schmale schlitzförmige Einstülpungsstelle sich öffnet, und in eine untere (*i*), welche mit jener anfänglich durch die ganze Breite des Lumens hindurch in Verbindung steht. Diese Zweitheilung wird durch eine fast in der Mitte des Polypids nur ein wenig weiter nach unten zu auftretende sehr flache Ringfurche bedingt. Die Furche ist am tiefsten an der schmalen, dem Mutterthiere zugekehrten Wand und fehlt an der gegenüberliegenden. Ich habe mich begnügt, für dieses Stadium hier nur den Längsschnitt Fig. 5 abzubilden, denn ich kann auf ein ganz ähnliches, in welchem nur die tiefe Furche noch weiter ausgeprägt ist, verweisen, das wir im folgenden Abschnitte kennen lernen werden, und welches in den Fig. 52—54 gezeichnet ist. Ich möchte nur Fig. 53 zur Erläuterung der eben gegebenen Darstellung heranziehen, welche die Knospe um 90^0 gedreht, also senkrecht zur Medianebene wiedergiebt, und die beiden ganz unvollständig gesonderten Räume im Polypid erkennen lässt.

Auf dem in Fig. 17 abgebildeten Stadium ist durch Vertiefung der hinteren Furche die Sonderung in die beiden Theile weiter vorgeschritten, so dass der untere nicht mehr mit seiner ganzen Breite in den oberen mündet, sondern nur an der dem freien Stoloende zugekehrten Seite. Der obere Abschnitt stellt die Anlage des Atriums, der untere die des Verdauungstractus dar. Es hat den Anschein, als ob dieser letztere eine einfache Ausstülpung des ersteren wäre, was nach der oben gegebenen Beschreibung nicht der Fall ist. Die Zellen, welche jetzt den Boden des Verdauungskanales einnehmen, sind dieselben, welche zuerst durch Einstülpung vom Ektoderm her die Bildung des Polypids bedingt und ihre Lage bewahrt haben.

Einen Querschnitt durch eine solche Knospe an der Stelle, an welcher durch die ursprüngliche Einstülpungsstelle die Atrialwand in die ektodermale Leibeswand übergeht, zeigt Fig. 25. Nur auf diesem einzigen Schnitt ist die Verbindung der beiden Blätter noch nachweisbar. Das Atrium hat an Umfang so zugenommen, dass es die primäre Leibeshöhle fast ganz verdrängt hat. Nur auf der linken Seite der Zeichnung sieht man dieselbe etwas umfangreicher erhalten eine Mesodermzelle beherbergend. Wahrscheinlich ist aber diese Asymmetrie nur eine Folge davon, dass die Schnittrichtung etwas schräg ausgefallen ist. Auf einem folgenden Schnitt, welcher bereits die Anlage des Verdauungskanales getroffen hat, erscheint die Leibeshöhle rechts und links umfangreicher von zahlreichen Mesodermzellen erfüllt.

Die Sonderung des Polypids in Atrium und Verdauungskanal findet man in der in Fig. 18 gezeichneten Knospe bedeutend mehr ausgeprägt, und es vergrößern sich nunmehr beide Abschnitte selbständig, und zwar besonders in der Medianebene, in der Richtung gegen das ältere Thier zu. Da die Verbindungsstelle zwischen beiden Abschnitten, die auf der gegenüberliegenden Seite liegt, inzwischen sehr fein geworden ist, aber stets nachweisbar bleibt, erscheint der Verdauungskanal als ein schwach gekrümmtes röhrenförmiges Gebilde, das der unteren Atrialwand anliegt.

Der in Fig. 6 gezeichnete optische Durchschnitt durch ein solches Stadium zeigt, dass die ursprüngliche Einstülpungsöffnung des Polypids noch immer vorhanden und dessen Lumen schmal und spaltförmig geblieben ist. Auf jeder Seite ist eine Mesodermzellgruppe zu sehen, aus welcher, wie ich annehme, die Geschlechtsorgane ihren Ursprung nehmen. Es ist bei dieser Einstellung des Tubus gerade die Verbindungsstelle zwischen Atrial- und Verdauungshöhle am blinden Polypidende zu sehen, aus welcher später der Ösophagus entsteht. Stellt man tiefer ein, so erscheint das Polypid ohne Zusammenhang mit dem Ektoderm und besteht aus zwei Röhren, einer stark seitlich zusammengedrückten größeren, oberen, dem Atrium, und einer kleineren unteren, die mehr kreisförmigen Durchschnitt zeigt, dem Entodermkanal.

Um über den Bau dieses Stadiums keinen Zweifel bestehen zu lassen, verweise ich noch auf den Querschnitt Fig. 26, der durch den Atrialtheil geführt wurde und die Verbindung von Polypid und Hautepithel ebenfalls erkennen lässt. Die Leibeshöhle ist hier im obersten Theil der Knospe fast vollständig verdrängt. Erst auf den folgenden Schnitten erscheint dieselbe zu beiden Seiten immer umfangreicher und mit Mesodermzellen erfüllt.

Das in Fig. 7 abgebildete Stadium XIV unterscheidet sich nur durch mächtigere Ausdehnung des Verdauungskanales. Die Lage dieser Knospe erscheint, da ihre Medianebene mit der des älteren Thieres desselben Stockes nicht ganz zusammenfällt, auf dieser Zeichnung den bisherigen Abbildungen nicht vollständig entsprechend. Einen Querschnitt durch den unteren Polypidabschnitt zeigt Fig. 27, während im oberen gleiche Bilder, wie die in Fig. 26 gezeichneten, anzutreffen sind. Man sieht zahlreiche Zelltheilungen, wobei nur auffällt, dass sowohl im Ektoderm wie Entoderm die chromatischen Tochterplatten parallel zu der Zellfläche liegen, der sie angehören. Aus der Vergleichung dieser beiden Querschnitte ergiebt sich auch, worauf ich bereits hingewiesen habe, dass im unteren Abschnitte die Leibeshöhle viel umfangreicher bestehen bleibt als im oberen um das Atrium herum.

Ein folgendes Entwicklungsstadium finden wir in der Knospe XV in Fig. 8. Es fällt sofort auf, dass das Thier durch eine äußere Einschnürung sich in zwei Abschnitte zu sondern beginnt: einen oberen, in welchem das Polypid liegt und der das Köpfchen darstellt, und in einen unteren, den Stiel, in welchem bloß Ektoderm und Mesoderm anzutreffen sind. Die Sonderung des Köpfchens ist bedingt durch eine im ektodermalen Epithel und deren Cuticula auftretende, zunächst flache Ringfurche. An dieser Stelle beginnen die Mesodermzellen sich quer zu stellen und die Leibeshöhle im Stiel und Köpfchen zu scheiden.

Der Bau dieses letzteren ergiebt sich in allen Stücken aus dem Vorhergehenden. An den wohl entwickelten Atrialtheil des Polypids schließt sich die hufeisenförmig gekrümmte Anlage des Verdauungstractus an. Das eine Ende desselben kommunicirt durch die später als Mund bezeichnete Öffnung mit jenem, das andere ist noch immer blind geschlossen. Dort, wo das blinde Ende an die Atrialwand stößt, bemerkt man eine Aussackung derselben. Ob diese allein den Hinterdarm bildet, oder ob sich nicht auch das hinterste Ende des Entodermkanales daran betheiligt, kann ich mit Bestimmtheit nicht angeben. **Hatschek** nimmt Ersteres an, und aus seinen Abbildungen geht dies auch hervor.

Betrachtet man ein solches Stadium in einem senkrecht zur Medianebene gelegten Längsschnitt, so erhält man Bilder, wie sie in Fig. 19 gezeichnet sind. Aus diesen ergiebt sich auf das unzweifelhafteste, was bei der Untersuchung von Mediananischten leicht übersehen werden kann, und auch übersehen wurde, dass 1) die Atrialwände an einer allerdings nur kleinen Stelle in das Hautepithel sich umschlagen und 2) Atrialhöhle und Darmhöhle mit einander in Verbindung stehen. Bei tiefer Einstellung des Tubus findet man naturgemäß beide Räume vollkommen abgeschlossen und von einander getrennt. Die Abbildung ist auch bezüglich des Mesoderms von Interesse; man findet dasselbe jederseits als eine stellenweise zweischichtige Platte die Leibeshöhle erfüllend.

Über die endgültige Ausbildung der Knospe kann ich mich ganz kurz fassen, da dieselbe von **Hatschek** eingehend erörtert wurde. Aus der unteren Wand des Atriums entsteht durch Ausstülpung gegen den Verdauungstractus zu das Ganglion. Schon in Fig. 8 Stadium XV sieht man die Andeutung davon. **Hatschek** hat den Vorgang bereits beschrieben, und ich begnüge mich hier auf Fig. 42, Taf. X zu verweisen, wo wir den nämlichen Vorgang in den regenerirten Köpfchen wiederfinden werden. Wie **Harmer** richtig vermuthet hat, stellt der von **Hatschek** im abgeschnürten Ganglion gezeichnete Hohlraum die centrale Punktsubstanz dar; eine wirkliche Höhlung sah ich nicht auftreten. Man findet Querschnitte durch das bereits abgeschnürte Ganglion in den Fig. 30 und 33, welche eine Schicht peripherer Zellen und eine centrale Masse fibrillärer Substanz aufweisen.

Fig. 30 und 31 stellen laterale Längsschnitte durch eine Knospe dar, die etwas jünger ist als das älteste in Fig. 7 abgebildete Thier. Man findet das Atrium beträchtlich umfangreicher geworden und durch einen schmalen schlitzförmigen, aber bereits ziemlich langen, median verlaufenden Spalt nach außen geöffnet. Durch Einstülpungen der

Atrialwand gegen das Lumen zu entstehen rechts und links in symmetrischer Lagerung die Tentakeln. In Fig. 31 ist eine solche junge Anlage durchschnitten, welche eben so wie Fig. 34 beweist, dass das ganze Epithel der Tentakeln aus der ursprünglich schon eingestülpten Atrialwand entsteht. Es haben ältere Autoren, so Salensky, das gesammte Polypid, also auch die Atrialauskleidung, als entodermal in Anspruch genommen und für die Tentakeln einen doppelten Ursprung behauptet, indem sie deren untere Wandung vom Entoderm, die obere vom Ektoderm aus gebildet werden lassen. Ich möchte aber vermuthen, dass zu einer solchen Annahme in nicht geringem Maße die histologischen Verhältnisse des ausgebildeten Tentakels Veranlassung gegeben haben mögen. Eine solche Schlussweise von den histologischen Befunden der fertigen Form auf embryonale Vorgänge hat mehr als einmal schon zu irrthümlichen Auffassungen Veranlassung gegeben.

Der Raum zwischen Atrium und der Darmschlinge, welche in Ösophagus, Magen, Mittel- und Enddarm gesondert ist, ist von der umfangreichen Ganglionanlage eingenommen. Die zwischen diesen Organen und dem ektodermalen Hautschlauch gelegenen Mesodermzellen bleiben zum Theil bindegewebsartig in der Leibeshöhle zerstreut, zum Theil bilden sie weiterhin Muskelfasern, ein anderer Theil endlich lässt die Geschlechtsorgane und vermuthlich auch, was ich nicht mehr untersucht habe, die Wimperkanälchen hervorgehen. Die paarige Anlage der Geschlechtsdrüsen sieht man in Fig. 30 deutlich von den übrigen Mesodermzellen abgegrenzt. Über das weitere Verhalten dieser histologisch noch ziemlich indifferenten Zellgruppe habe ich keine Beobachtungen angestellt und bin daher nicht im Stande zu sagen, ob die kleine in Fig. 7 mit *ms* bezeichnete Zellgruppe, die zwischen Ganglion und Hinterdarm, aber dem Ektoderm nahe liegt, die Hodenanlage darstelle, welche durch Theilung aus jener oben beschriebenen Zellmasse entstanden ist, wie dies Hatschek ausführlich aus einander gesetzt hat.

Querschnitte durch eine fast ganz gleich alte Knospe zeigen Fig. 32 und 33. In der ersteren Figur ist das Atrium unterhalb der Tentakelanlage durchschnitten. Es besteht aus langen Cylinderzellen, die gegen das Lumen zu einen cuticularen Saum gebildet haben. Seitlich davon erfüllt das Mesoderm die Leibehöhle, während es an der Spitze dieser Knospe in Folge der umfangreichen Ausdehnung des Atriums nur in vereinzelten Zellen anzutreffen ist. In Fig. 33 sehen wir die beiden Schenkel der Darmschlinge, den Ösophagus und den Mitteldarm durchschnitten. Sie setzen sich aus pyramidenförmigen Zellen zusammen, die ein noch kleines Lumen umgrenzen. Der Schnitt hat nur auf einer Seite die Anlage der Geschlechtsorgane durchschnitten.

Endlich habe ich noch in Fig. 34 einen etwas schräg geführten lateralen Längsschnitt durch eine noch etwas ältere Knospe abgebildet. Ich verweise auf denselben nur desshalb, um auf ein weiter vorgeschrittenes Stadium der Tentakelbildung aufmerksam zu machen. Man sieht nämlich an den Stellen, an welchen durch Faltung der Atrialwand die Tentakeln entstanden sind, eine Anzahl Mesodermzellen, die aus dem unteren Theile der Leibeshöhle hierher gelangt sind, im Begriffe in die Tentakelhöhlen einzuwandern. Sie liefern weiterhin den mesodermalen Antheil der Tentakeln.

Wenn ich nunmehr die Ergebnisse der in diesem Kapitel mitgetheilten Beobachtungen zusammenfasse, so stellt sich der Knospungsvorgang in folgender Weise dar. An der Spitze des Stolos, dort wo plasmareiche große Ektodermzellen liegen, erfolgt eine Ausstülpung des Hautepithels, die zur neuen Knospe wird. An dem Scheitel derselben tritt mehr oder minder frühzeitig eine Einstülpung des Ektoderms in die Leibeshöhle auf, welche das Polypid bildet. Einige wenige Mesodermzellen des Stolos sind in die Leibeshöhle der Knospe hineingewandert, wo sie sich rasch vermehren, um dieselbe ganz zu erfüllen.

Die Polypideinstülpung gliedert sich in zwei Abschnitte: einen oberen, der zu keiner Zeit seiner Entwicklung seine Verbindung mit der Ektodermschicht aufgiebt, und einen unteren, der mit jenem durch eine immer feiner werdende Öffnung, welche später zum Munde wird, in dauernder Verbindung bleibt. Eine getrennte Anlage dieser beiden Abschnitte einmal durch Einstülpung vom Ektoderm her (Atrium) und zweitens durch einen besonderen entodermalen Antheil (Magen und Mitteldarm), welche sich erst in einem späteren Stadium vereinigen würden, ist durchaus nicht vorhanden. Der obere Abschnitt stellt das Atrium dar; in ihm bilden sich durch zapfenförmige Einstülpungen die Tentakeln, in deren Höhlungen erst später Mesodermelemente einwandern. Durch eine Ausstülpung der dem Darme zugekehrten Atrialwand bildet sich das Ganglion, das sich sehr bald von dieser loslöst und in seiner Mitte fibrilläre Substanz entwickelt. Der untere Abschnitt wird zum Verdauungskanal und gliedert sich in der vorhin beschriebenen Weise in die einzelnen Theile. In wie weit der Hinterdarm durch eine neue Ausstülpung vom Atrium aus hervorgeht, konnte ich nicht feststellen.

Die Mesodermelemente werden zu Bindegewebs- und Muskelzellen, und außerdem bilden sie die Geschlechtsorgane, deren paarige Anlagen zu den Seiten des mächtigen Ganglions zu bemerken sind.

Es wiederholt sich also bei der Knospung im Wesentlichen der Gastrulationsprocess, den wir in der Embryonalentwicklung auftreten sehen, denn das Mutterthier liefert bei der ungeschlechtlichen Vermehrung keinen entodermalen Antheil, aus welchem sich der Verdauungskanal ihrer Knospe aufbauen könnte.

III. Die Verzweigung des Stolos und die Bildung neuer Knospen zwischen den alten.

Die älteren Autoren waren der Meinung, dass der Stolo von Pedicellina unverzweigt sei. Hatschek berichtet darüber (l. c. p. 517): »die einzelnen Stöckchen bestehen aus einem unverzweigten Stolo, der an dem einen Ende das älteste Individuum trägt, nach dem anderen Ende zu folgen in absteigender Altersstufe die jüngeren Individuen bis zum jüngsten Knospenstadium«. Diese Beschreibung stimmt genau für die äußersten frei fortwachsenden Enden der Pedicellinastöcke. Verfährt man aber beim Loslösen älterer Stöcke von der Unterlage vorsichtig, so findet man bald, wenn man vom distalen, freien Ende proximal zu vorschreitet, zwischen den alten Thieren vom Hauptstolo ausgehende Querstolonen, die sich mehr oder minder weit erstrecken und eine wechselnde Zahl von Individuen tragen. Das freie Ende dieser Nebenstolonen zeigt dann bezüglich der Altersreihe fast ausnahmslos das Verhalten, welches man gelegentlich auch am Hauptstolo findet. Wir haben dasselbe oben ebenfalls kennen gelernt, und zwar in den Fällen, in welchen die jungen Knospen durch eine schlanke Form und gegenüber dem vorhergehenden Individuum durch einen sehr bedeutenden Unterschied in der Ausbildungsstufe sich auszeichnen (vgl. Fig. 28 und 29).

In Fig. 50, Taf X habe ich einen jungen Querstolo abgebildet, der am Fuße des Stieles eines ganz alten Thieres entstanden ist. Man erkennt, dass sich an ihm bereits zwei Knospen angelegt haben. Die ältere XV zeigt in dem wohl abgesetzten Köpfchen das Polypid in Atrium und Verdauungskanal zerfallen und in ersterem bereits eine Anzahl Tentakeln angelegt. Am Stiel dieser Knospe findet sich bereits eine neue VI in Bildung begriffen. Ich habe dieselbe in der folgenden Fig. 51 bei stärkerer Vergrößerung gezeichnet, bei welcher man erkennt, dass die Bildung dieser Knospe in genau der gleichen Weise erfolgt, wie es im vorgehenden Kapitel beschrieben wurde. Die Übereinstimmung mit dem in Taf. IX, Fig. 12 gezeichneten Stadium ist vollständig.

Ganz eben so, wie sich diese späteren Knospen an den Querstolonen in gleicher Weise anlegen, wie im Hauptstolo, ist dies auch mit der ersten der Fall. Wollte ich ihre Entwicklung hier ausführlich beschreiben, so müsste ich der Reihe nach auf die im vorigen Abschnitt gegebenen Abbildungen verweisen. Nur besteht der eine sehr merkliche Unterschied gegenüber der größten Zahl der Knospen am Hauptstolo, dass, so weit ich beobachtet habe, ausnahmslos zuerst eine verhältnismäßig sehr hohe ektodermale Ausstülpung entsteht, bevor an deren Spitze rasch die Polypideinstülpung erfolgt. Um dies Verhalten, auf welches gewisse, oben erwähnte Variationen in der Knospung am Hauptstolo hinweisen, wenigstens an einem Fall zu illustriren, verweise ich auf die in Fig. 52 gegebene Abbildung. Aus diesem Querstolo, der erheblich jünger ist als der in Fig. 50 abgebildete, ist erst ein Polypid angelegt. Es ist entstanden durch Einstülpung vom Ektoderm her und hat sich bereits in Atrium und Verdauungskanal geschieden. Bei Betrachtung eines medianen Durchschnittes, welcher in dieser Figur wiedergegeben ist, kann man den Zusammenhang von Polypid und Ektoderm nur schwer wahrnehmen. Dreht man aber das Präparat um 90°, so zeigt der Durchschnitt (Fig. 54) mit vollster Deutlichkeit, dass die ursprüngliche Einstülpungsöffnung in das Atrium noch wohl erhalten ist. Das Darmlumen erscheint in diesem Bilde von der Atrialhöhle getrennt; bei geeigneter Orientirung der Knospe (Fig. 53) kann man jedoch jederzeit ihren Zusammenhang auffinden.

Nach der oben gegebenen Darstellung habe ich es wohl nicht erst nöthig, aus einander zu setzen, dass in diesen Querstolonen von einem entodermalen Antheil, der vom Mutterthiere aus in dieselben übergetreten wäre, nichts vorhanden ist. Vielmehr ist die Leibeshöhle nur von Mesodermzellen durchsetzt. Zu jeder Seite des Polypids sieht man in Fig. 53 und 54 eine mesodermale Zellgruppe, die vermuthlich den Geschlechtsorganen die Entstehung giebt.

Ich habe neue Knospen und Stolonen stets entweder tief unten an der Basis des Stieles älterer Thiere oder an dem Hauptstolo selbst zwischen zwei alten Thieren, dem einen oder andern genähert, den Ursprung nehmen sehen. Höher oben am Stiele alter Thiere habe ich die Bildung neuer Stolonen nie beobachtet und glaube auch nicht, dass eine solche eintritt. Es ist nicht der Umstand, dass an diesen Stellen das Ektoderm frühzeitig zu einem feinen Plattenepithel[1] wird, dem man die Fähigkeit ein neues Polypid zu bilden und in die mannigfachsten Zellformen sich zu verwandeln nicht zuschreiben könnte, der mich dies annehmen lässt, als vielmehr folgende Erwägungen. Erstlich würde die Ernährung der jungen, zu selbständiger Nahrungsaufnahme noch nicht befähigten Knospe, die vom Mutterthiere aus erfolgen muss, an diesen Stellen wenn überhaupt so nur sehr ungenügend erfolgen können, weil in älteren Thieren da eine überaus mächtige Muskulatur in ganz kontinuirlicher peripherer Schicht hinzieht, die ein Bespülen mit der ernährenden Flüssigkeit der Leibeshöhle hindern würde. Scheint doch ohnehin schon die allmähliche Rückbildung des Ektoderms mit dem immer mächtigeren Wachsthum der ihm dicht anliegenden Muskelschicht in ursächlichem Zusammenhange zu stehen. Jedenfalls sind die Bedingungen für die Ernährung an der Basis des Stieles oder im Stolo, wo zwischen den Muskelfibrillen weite Zwischenräume frei bleiben, günstiger, so dass sich das Auftreten neuer Knospen an diesen und nicht an jenen Stellen genügend erklärt. Ein zweiter Grund, der uns das Fehlen von Querstolonen in der Mitte alter Stiele verständlich macht, möchte in der Schwierigkeit liegen, dass Mesodermzellen in die neue ektodermale Ausstülpung übertreten könnten. Plasmareichere Mesodermzellen, die noch theilungs- und entwicklungsfähig sind, finden sich nur innerhalb der Leibeshöhle des Stieles, vom Ektoderm durch die Muskelschicht getrennt. Diese müssten sie durchbrechen, um bei einer eventuell auftretenden Knospenausstülpung in diese gelangen zu können. Die Möglichkeit eines derartigen Vorganges sehr wohl zugegeben, sind doch auch in dieser Beziehung an dieser Stelle die Bedingungen für Knospung weitaus ungünstiger als an den anderen Orten, an denen die Mesodermzellen direkt in die neue Stolohöhle hinüberrücken können.

---

[1] In ganz alten Thieren soll nach den übereinstimmenden Angaben von Nitsche (Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen. II. Über die Anatomie von Pedicellina echinata. Diese Zeitschr. Bd. XX) und Salensky das Ektoderm des Stieles vollständig rückgebildet werden. Dann könnte natürlich schon aus diesem Grunde daselbst keine Neuknospung stattfinden.

Nach solchen Erwägungen ist es um so bemerkenswerther, dass wir neuerdings durch Foettinger[1] mit einer neuen Pedicellinaart, Pedicellina Benedenii, bekannt geworden sind, welche sich in Bezug auf die Stellen, an welchen die Knospen entstehen, gerade entgegengesetzt verhält. Diese Pedicellina besitzt einen langen Stiel, der sich aus einer Anzahl Segmenten zusammensetzt, und zwar sind es in älteren Thieren gewöhnlich acht. An diesen entstehen die Knospen und Stolonen gewöhnlich nur in der Mitte eines, gelegentlich auch mehrerer Segmente. Die vom Stiel ausgehenden Stolonen können sich verzweigen. Vermuthlich werden aber hier zur Zeit der Entstehung der Seitenstolonen die Verhältnisse im Stiele andere sein, als bei der ausgebildeten Pedicellina echinata.

Die neu aufgetretenen Querstolonen kann man bei dieser Form, wenn man die älteren Theile des Stockes durchsucht, sehr leicht und zahlreich auffinden. Ich habe Präparate erhalten, in welchen an der Übergangsstelle des Stieles eines alten Thieres in den wagerechten Stolo nicht weniger als drei neue Querstolonen sich gebildet hatten. In einem Fall trugen zwei Stolonen, die bei etwas größerer Länge dem in Fig. 50 abgebildeten so ziemlich entsprechen, je zwei Knospen, während der dritte noch erheblich kürzer war und an seiner Spitze erst das erste Polypid zu bilden begann. —

---

[1] Foettinger, »Sur l'anatomie des Pédicellines de la côte d'Ostende«. Arch. de Biologie. VII. 1887.

Im Anschlusse an diese Darstellung möchte ich auf ein interessantes Verhalten hinweisen, das man gelegentlich, wenn auch nur sehr selten, an der Spitze der Stolonen finden kann. Unter gewissen, nicht näher bestimmbaren Bedingungen spaltet sich das Stoloende durch eine mediane Furche, und es wachsen dann beide Gabeläste unter einem sehr spitzen Winkel gegen einander geneigt selbständig weiter und bilden in ganz normaler Weise die Knospen. Diese legen sich in beiden Ästen immer genau gleichzeitig an, so dass zwei fast vollständig kongruente Stöckchen entstehen, welche von einem gemeinsamen Stolo ausgehen. Ich besitze derartige Präparate, in welchen ein jedes Gabelästchen aus drei Knospen besteht, deren ältestes bereits alle Organe entwickelt zeigt.

IV. Die Regeneration der Pedicellinaköpfchen.

Als ich Pedicellinastöckchen, die einige Tage in den Kelleraquarien gelebt hatten, untersuchte, bemerkte ich, dass ein beträchtlicher Theil der Köpfchen einen in Rückbildung begriffenen Tentakelapparat aufwies. Bei näherer Untersuchung zeigte sich am obersten Stielende eine vom Köpfchen vollständig unabhängige Anlage zu einem neuen Polypid. Nachdem ich einmal auf diese Regenerationserscheinungen aufmerksam geworden war, gelang es mir leicht, den Vorgang vollständig zu verfolgen, namentlich an solchen Thieren, die sich seit mehreren Tagen in den Gefäßen befanden. Erst nach Beendigung der Untersuchung stieß ich bei der Durchsicht der betreffenden Litteratur auf einige Stellen, denen ich entnehme, dass die Thatsache der Regeneration bei Pedicellinen bereits bekannt ist. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgänge, durch welche die Neubildung der Köpfchen erfolgt, ist aber meines Wissens nirgends gegeben worden.

Barrois[1] erwähnt die interessante Thatsache, dass Pedicellinastöckchen zwei bis drei Wochen nach ihrer Übertragung in Aquarien sämmtliche Köpfchen abgestoßen hätten, dass aber die Stiele nach dieser Zeit noch beweglich waren, wie im normalen Zustande. Auch ein großer Theil der abgestoßenen Köpfchen war noch lebendig und beweglich, zum Theil ganz wohl entwickelt, zum Theil durch rückgebildeten Tentakelapparat ausgezeichnet. Solche Köpfchen scheint Ulianin, wie Barrois vermuthet, für eben festgesetzte aus der Larve entstandene Solitärformen gehalten zu haben.

---

[1] Barrois, »Mémoire sur l'embryologie des Bryozoaires«. p. 44. 1877.

Salensky hat die Regeneration der Köpfchen bei Pedicellina belgica gesehen, aber es sind nur wenige Worte, welche er darüber sagt, die ich in der Übersetzung hersetzen will[1]: »Ich habe einige Male in den Kolonien dieser Art (Pedicellina belgica) Stolonen ohne Calix beobachtet. Anfänglich glaubte ich, es seien dies todte Individuen, welche im Begriffe wären, sich vollkommen aufzulösen; später aber erkannte ich, dass das Fehlen des Köpfchens noch nicht das Zugrundegehen des Individuums bedeute. Der zurückbleibende Stiel kann immer wieder ein neues Köpfchen bilden und diese Bildung findet immer an der Spitze des Stieles statt, d. h. dort, wo das Ektoderm wohl entwickelt ist. Ich habe niemals die ersten Stadien der Entwicklung des Köpfchens auf dem alten Stolo beobachtet, aber ich glaube, dass dieser Vorgang dem in einer gewöhnlichen Knospe sich vollziehenden gleich sein dürfte.« Salensky scheint anzunehmen, dass genau so wie bei der normalen Knospung am Stielende eine neue Ausstülpung des Ektoderms entstünde, an deren Spitze dann erst das Polypid gebildet würde. Von einem derartigen Vorgang habe ich nichts bemerkt. Wie ich weiter unten aus einander setzen werde, bildet sich das Ektoderm des neuen Köpfchens direkt aus der Ektodermkuppe des alten Stieles, so dass man an jenem sehr oft — ich verweise hier schon auf Fig. 39 und 40 — die Stacheln bemerken kann, die den neugebildeten Ektodermausstülpungen ausnahmslos fehlen.

Auch Harmer erwähnt die Thatsache der Regeneration der Pedicellinaköpfchen und bemerkt sehr richtig, dass dieselbe entschieden gegen die Hatschek'sche Auffassung der Bryozoenknospung spreche, da an der Spitze des Stieles kein entodermales Zellmaterial vorhanden sei.

Was die genaueren Vorgänge anbetrifft, die sich bei der Regeneration der Köpfchen abspielen, so sind es im Wesentlichen die gleichen, die bei der normalen Knospung auftreten. In Fig. 35 habe ich das Ende eines Stöckchens gezeichnet, dessen Individuen Regenerationserscheinungen aufweisen. Das älteste Thier III zeigt das Köpfchen merklich umgestaltet. Die Ektodermränder des Hautepithels haben sich über dem Atrium geschlossen, das in voller Rückbildung begriffen ist. Die einzelnen Tentakeln lassen sich nicht mehr unterscheiden, statt ihrer trifft man größere Gewebestücke und einzelne Zellen, welche die Atrialhöhle erfüllen. Wenn bei weiterschreitender Rückbildung die Wandungen des Atriums selbst aufgelöst sind, liegt diese zerstörte Masse dann in der Leibeshöhle. Der gesammte Verdauungstractus ist noch wohl erhalten und lässt seine einzelnen Abschnitte deutlich erkennen. Man findet ihn mit Massen erfüllt, die von früher noch aufgenommenen Nahrungsballen herrühren dürften. Allerdings können sie untermischt sein mit Theilstücken des aufgelösten Tentakelapparates, was ich im Einzelnen nicht gut zu unterscheiden vermochte. — Das Köpfchen des Individuums II zeigt alle Organe, die allerdings noch weit weniger entwickelt sind, wohl ausgebildet und ohne Anzeichen einer bevorstehenden Auflösung. Dagegen ist die Verbindung mit der Leibeshöhle im Stiele bereits unterbrochen und das Köpfchen im Begriffe sich abzuschnüren, während in dem älteren Thiere trotz der eingeleiteten Rückbildung eine solche Ablösung bisher nicht erfolgt war. — In der Knospe I ist es noch nicht zur Ausbildung eines Polypids gekommen, man erkennt nur die Stelle, an welcher ein solches sich bilden wird, daran, dass daselbst die Zellen des Ektoderms besonders lang und ihre Kerne in Theilung begriffen sind. Unter normalen Verhältnissen ist an dem freien Stoloende an äußerlich so umfangreichen Knospenanlagen wie diese stets die Polypideinstülpung erfolgt.

---

[1] Salensky, l. c. p. 31.

Unter den Köpfchen der beiden älteren Thiere im obersten Ende des Stieles finden sich bereits die Anlagen für neue Polypide. In der Knospe III ist dasselbe schon wohl entwickelt, in Atrium und Verdauungskanal geschieden, in Knospe II tritt eben erst eine Einstülpung auf. Daraus geht hervor, dass die Regeneration an Knospen sehr verschiedenen Alters auftreten kann.

Die Polypidbildung erfolgt durch eine Einstülpung des Ektoderms in der Medianebene des obersten Stielendes und zwar an der dem Ösophagus im Kelch entsprechenden Seite. Ich habe es nach der im zweiten Kapitel gegebenen Beschreibung an dieser Stelle nicht mehr nöthig, die ersten Vorgänge im Einzelnen zu erörtern, denn ich müsste mich lediglich in Wiederholungen ergehen. Nur möchte ich bemerken, dass die Einstülpung gewöhnlich, wenn auch nicht immer, auf einer längeren Strecke erfolgt, als wir es oben kennen gelernt haben.

Die Einstülpung, die mit dem Ektoderm in genau der gleichen Weise im Zusammenhange bleibt wie die gewöhnlichen Polypideinstülpungen, wird tiefer und erscheint ebenfalls seitlich zusammengedrückt, was um so bemerkenswerther ist, als die Leibeshöhle im oberen Stielende einer freien allseitigen Entwicklung genügend Raum bietet.

In Fig. 36 ist ein solches neugebildetes Polypid im optischen lateralen Längsschnitt abgebildet. Das Köpfchen scheint unmittelbar vor der Konservirung durch mechanische Einwirkung losgetrennt worden zu sein, denn die obersten Ektodermränder haben sich noch nicht geschlossen und sind noch unverwachsen, so dass der Verschluss der Leibeshöhle des Stieles nur unvollständig durch die quer gestellten Mesodermzellen erfolgt. Rechts und links zu jeder Seite des Polypids liegt eine Mesodermzellgruppe, die derjenigen genau entspricht, die wir oben bereits als die vermuthliche Anlage der Geschlechtsorgane kennen gelernt haben. Außerdem findet sich eine Anzahl vereinzelter Mesodermzellen vor, die verschiedene Formen aufweisen. Alle diese Gebilde sowie die Ektodermzellen im gesammten Umkreise um dieselben sind plasmareich, zeichnen sich durch leichte und intensive Färbbarkeit aus, während alle Zellen in den unteren Partien eines alten, das Köpfchen regenerirenden Stieles nur schwer und unvollkommen die Farbstoffe aufnehmen. Aber auch zwischen den entwicklungsfähigen Zellen im Stielende sind derartige gealterte Zellen aufzufinden, die wohl im neuen Köpfchen ohne Bedeutung sein dürften, in so weit sie überhaupt in dieses hinübergenommen werden. Ich glaube, dass dies durchwegs solche Zellen sind, welche bereits einen ganz ausgebildeten histologischen Charakter besessen hatten als die Regeneration sich einleitete, so z. B. die quergestellten Diaphragmazellen und die feinen Spindelzellen, die sich in ihrer Nachbarschaft finden. Ganz bestimmt aber fallen der Rückbildung anheim die zahlreichen Längsmuskeln, die sich bis nahe zur Stielspitze erstrecken und also den gesammten Raum durchziehen, der zum neuen Köpfchen wird, in welchem sie ja später fehlen. Man sieht in der Zeichnung die Muskelfibrillen noch wohl erhalten. Dem Ektoderm der ganzen Zone liegt der Längsmuskelschlauch an, natürlich an der Stelle unterbrochen, an welcher die Polypideinstülpung erfolgt ist. Aber man bemerkt bereits zwischen den Mesenchymzellen nahe der Peripherie der Leibeshöhle einzelne Körnchen und Körnerhaufen, die ich aus der Rückbildung und der Auflösung einzelner Muskeln und vielleicht auch Bindegewebszellen herleiten möchte. Jedoch habe ich den Vorgängen, die bei der Degeneration sowohl im alten Köpfchen als einzelner Gewebe im Stiele sich abspielen, meine besondere Aufmerksamkeit nicht zugewendet.

In den Figuren 47 und 48 habe ich zwei Querschnitte durch die Polypidanlage an der Spitze eines alten Stieles abgebildet. Die Einstülpung ist schlitzförmig und sehr lang gestreckt, aber noch wenig in die Tiefe gewachsen. Fig. 47 zeigt den Durchschnitt durch die Mitte, Fig. 48 durch das äußerste, obere Ende, das drei Schnitte entfernt liegt.

Es geht aus diesen Abbildungen hervor, dass die Muskelschicht des Stieles sich in die Zone des neuen Köpfchens hinein erstreckt. Aber man sieht, dass dieselbe bereits in Auflösung begriffen ist und nicht mehr eine zusammenhängende Lage darstellt. Namentlich erscheint die der Einstülpung gegenüberliegende Partie aufgelöst, wo man nun eine größere Anzahl dem Ektoderm dicht anliegender Mesodermzellen erblickt. An dem der Leibeshöhle zugekehrten Rande derselben liegt eine Schicht von Muskelfibrillen, die, wie ich vermuthe, durch das entstandene Polypid hierher gedrängt wurde. Dazwischen liegen einzelne Mesenchymzellen, von denen einige mit gröberen Körnchen erfüllt sind, zwischen welchen sich der Zellkern nur schwer auffinden lässt. Vielleicht spielen diese Zellen die Rolle von Phagocyten.

In anderen Fällen geht die erste Polypideinstülpung ähnlich wie bei der normalen Knospung von einer sehr beschränkten Stelle im Ektoderm aus und erreicht sehr bald eine bedeutende Tiefe. Ich habe ein solches Stadium in Fig. 44 im medianen Längsschnitt abgebildet. Die Einstülpung ist dicht unter der Kuppe des Stieles, wo dessen Leibeswand sich in das Ektoderm des Köpfchens umschlägt, erfolgt und nur auf einem Schnitte nachzuweisen. Schon auf dem folgenden (Fig. 45) sieht man die eine flache Polypidwand ohne jeden Zusammenhang mit dem Ektoderm und könnte daher leicht aus unvollständigen Schnittserien auf eine mesodermale Polypidentstehung schließen. Auch auf den Querschnitten durch solche Bildungen erweist sich die Einstülpungsöffnung als klein und schlitzförmig.

Wo die Regeneration, ähnlich wie bei dem Individuum II in Fig. 35, bereits an jungen Thieren auftritt, in deren Stiel noch die Muskulatur unvollkommen entwickelt ist und deren Mesodermzellen noch mehr embryonalen Charakter zeigen, da ist auch die Übereinstimmung mit den gewöhnlichen Knospenbildungen eine weitgehendere. Man erschließt das aus dem in Fig. 49 gezeichneten Schnitt, auf den ich geradezu bei der Beschreibung im zweiten Abschnitte hätte verweisen können. Es fallen in ihm die zahlreichen Kerntheilungen in der Polypidwandung auf, die auf ein rasches Wachsthum derselben hindeuten.

Die weitere Ausbildung des Polypids erfolgt in der gleichen Weise, wie ich sie oben für die anderen Knospungen beschrieben habe. Nur schien mir die Zeit des Auftretens verschiedener Organe mehr Schwankungen unterliegen zu können, als es dort der Fall ist. So habe ich z. B. das Ganglion oft außerordentlich spät auftreten sehen, während es sich normalerweise nach der Scheidung des Polypids in Atrium und Verdauungskanal anlegt, bevor deren hintere Verbindung durch den Hinterdarm erfolgt ist.

In dem in Fig. 37 gezeichneten Stadium ist die Sonderung in Atrium und Verdauungstractus bereits sehr weit vorgeschritten. Beide Theile hängen durch den Ösophagus zusammen. Es lässt sich auf dieser Ausbildungsstufe, wenn das alte Köpfchen noch verbunden ist, leicht feststellen, dass die Orientirung des neuen Polypids zum alten Stiel die gleiche ist, wie die des früheren Kelches. Die Medianebenen fallen nahezu zusammen und die Ösophagusseiten entsprechen einander. Die Muskelfibrillen sind im Bereiche des ganzen oberen Abschnittes, der sich als Köpfchen sehr bald abschnüren wird, bereits rückgebildet. In dieser ganzen Zone zeichnen sich die Ektodermzellen durch besondere Größe und leichte Färbbarkeit aus und gehen nach unten zu sehr rasch in die Plattenzellen des Stieles über. Der Cuticula sitzt oben noch ein kurzer Stachel auf, der später schwindet und wie alle in Rückbildung begriffenen des protoplasmatischen Achsenfadens bereits entbehrt. Aus dem Vorhandensein des Stachels kann man entnehmen, dass die Stelle, an welcher jetzt das Polypid liegt, früher dem Stiele des alten Köpfchens zugehörte, das bereits in einer frühen Periode sich abgelöst hatte, denn von der ursprünglichen Narbe ist nichts mehr wahrzunehmen und das Ektoderm, sowie die Cuticula erscheinen im Scheitel geschlossen.

Ein etwas weiter entwickeltes Stadium zeigen Fig. 38 im medianen, Fig. 39 im seitlichen Längsschnitt. Der ganze obere Stielabschnitt, in dem das Polypid entwickelt ist, beginnt sich durch eine Ringfurche als Köpfchen abzuschnüren. Zwei mächtige Stacheln sind auf der Cuticula seitlich noch erhalten. Die beiden Theile des Polypids hängen nur durch den Ösophagus zusammen, der Hinterdarm ist noch nicht zur Ausbildung gelangt. Die ursprüngliche Einstülpungsöffnung ist noch immer zu erkennen, allerdings deutlich nur auf den seitlichen Durchschnitten, denn die beiden Ränder, an denen die Atrialwandungen in das Ektoderm der Haut übergehen, sind einander fast bis zur Berührung genähert. Im Mesoderm finden wir nur die früher schon beschriebenen Verhältnisse.

Ich habe durch solche und ähnliche Stadien Querschnitte angefertigt, die lediglich die an Totalpräparaten gewonnenen Ergebnisse bestätigen, und einen derselben in Fig. 46 gezeichnet. Derselbe zeigt das Atrium und dessen Zusammenhang mit dem Ektoderm durchschnitten. Auf einem der folgenden Schnitte findet man dann die hufeisenförmig gekrümmte Darmschlinge auf zwei neben einander liegenden Durchschnitten wieder.

In dem in Fig. 40 abgebildeten Thiere zeigt sich das regenerirte Köpfchen schärfer abgesetzt. Das alte sitzt dem neuen auf und ist in weit vorgeschrittenem Zerfall begriffen. Zwischen beiden sind auf der Cuticula noch Reste alter Stacheln zu sehen, woraus hervorgeht, dass bei der Regeneration keine neue Ausstülpung des Ektoderms, sondern nur dessen Einfaltung zum Polypid erfolgt. In diesem letzteren findet sich an der unteren Atrialwand der Beginn einer Ausstülpung gegen den Darm zu, die das Ganglion bildet.

Ein Stadium mit weiter entwickeltem Darmkanal, aber noch ohne Ganglionanlage zeigt bei stärkerer Vergrößerung Fig. 41. Ich bemerke nur erläuternd dazu, dass die Verbindung mit dem alten Köpfchen, das im Übrigen vollständig desorganisirt ist, eigenthümlicherweise in vollkommen normalem Zustand erhalten ist. Im Mesoderm des neuen Köpfchens bemerkt man neben großen, plasmareichen Zellen kleine, nur schwach färbbare Spindelzellen, die wohl, ohne eine Veränderung durchgemacht zu haben, hier liegen geblieben sind.

Beträchtlich weiter entwickelt ist das in Fig. 42 abgebildete Stadium, von welchem das alte Köpfchen bereits abgestoßen wurde. Im Atrium haben sich eine Anzahl von Tentakelanlagen gebildet, an der unteren Wand hat sich das Ganglion durch eine Ausstülpung entwickelt. Der Hinterdarm vermittelt bereits die zweite Verbindung zwischen Atrium und Darmkanal. Vom Mesoderm aus haben sich die Geschlechtsorgane angelegt.

Endlich zeigt Fig. 43 ein regenerirtes Köpfchen, an welchem noch immer das rückgebildete alte hängt, mit vollständiger entwickeltem Tentakelapparat und Gliederung des Darmes in die vier Abschnitte des Ösophagus, Magens, Mittel- und Enddarmes. —

Es geht aus der gegebenen Darstellung hervor, dass die Regenerationserscheinungen bei Knospen jeden Alters eintreten können. Vornehmlich ist das allerdings nur bei ganz alten Thieren der Fall, deren Köpfchen mit Eiern und Embryonen abgestoßen wurden. Auch an der noch solitären, aus dem Ei entstandenen Form habe ich, bevor noch die Stolobildung eintrat, Erscheinungen gesehen, welche mir einen Regenerationsprocess einzuleiten schienen. Sie bestanden darin, dass sich unter dem Köpfchen, dessen oberstes Ende sich, ähnlich wie es in Fig. 35, Individuum III, gezeichnet ist, rüsselförmig ausgezogen hatte, der oberste Stieltheil durch eine zweite Ringfurche abzugrenzen begann und dass auf der Ösophagusseite dieser Region, dort, wo die Regeneration mit der Neubildung eines Polypids zu beginnen pflegt, das Ektoderm in der That sich verdickt zeigte.

Die Regenerationsfähigkeit dürfte übrigens mit der einmaligen Neubildung eines Köpfchens nicht erloschen sein. Ich habe für diese Annahme allerdings keine überzeugenden Beobachtungen anzuführen, denn trotz eifrigen Suchens fand ich niemals unter einem unzweifelhaft durch Neubildung entstandenen Köpfchen, auf welchem etwa noch das alte gesessen hätte, ein drittes Polypid aufgetreten. Aber einmal lösen sich die alten Köpfchen sehr leicht und schließlich wohl sämmtlich ab, andererseits ist es dann, wenn das regenerirte Köpfchen die endgültige Ausbildung erlangt hat, nicht immer möglich, dasselbe als neugebildet zu erkennen. Die Bedingungen für die Wiederholung des Vorganges sind aber vollständig vorhanden. Denn wie die Abbildungen Fig. 40 bis 43 nachweisen, zeigt jetzt wiederum das obere Stielende die gleichen Verhältnisse wie vor der Neubildung des Köpfchens, sowohl im Mesoderm als im Ektoderm, dessen Zellen daselbst plasmareich, cylindrisch oder kubisch sind. Dass solche Ektodermzellen sich gelegentlich auch aus den Plattenzellen der seitlichen Stielwandungen bilden können, beweist der Umstand, dass man gar nicht so selten an kurzen Stielstummeln, die von ganz alten Thieren herrühren, an den Stellen Regeneration auftreten sieht, an welchen vorher nur ganz feines Plattenepithel vorhanden gewesen sein kann. Es hat also auch dieses noch nicht die Fähigkeit verloren, sich in embryonalartiges Epithel zurückzuverwandeln, aus welchem ein neues Polypid sich bilden kann. Ich möchte glauben, dass diese Entstehung neuer Polypide tiefer unten am Stiel dadurch veranlasst sei, dass unmittelbar über der Stelle, an welcher sie erfolgt, durch vermuthlich äußere Einflüsse der obere Theil des alten Stieles mit seinem Köpfchen abbrach. Wenigstens habe ich einen solchen Fall aufgefunden, in welchem ein größeres oberes Stielstück von dem Basaltheil zum größten Theile bereits abgeschnürt war, so dass am Stolo ein Stielstummel, dessen Ektoderm ausschließlich aus Plattenepithel bestand, zurückbleiben musste ähnlich denjenigen, an welchen ich Regeneration und allerdings bereits eine aus kubischen Zellen bestehende Ektodermkuppe beobachtet hatte.

Ist es richtig, dass — wie ich annehme — mehrmals hinter einander an ein und demselben Stiel neue Köpfchen sich ausbilden können, so weisen diese Erscheinungen auf die bei der Strobilation auftretenden Vorgänge deutlich hin. Ich habe es wohl nicht erst nöthig, den Vergleich, so weit er sich eben geben lässt, hier durchzuführen. Wie ich in dieser Darstellung gezeigt habe, ist der Vorgang, der sich bei der Regeneration abspielt, im Wesentlichen mit dem der Knospung gleich, so dass man geradezu, wie es auch bereits von Salensky geschehen ist, die Regeneration des Köpfchens als eine Knospung am oberen Stielende bezeichnen kann. Es wird dies vielleicht noch gerechtfertigter erscheinen, wenn man einen Blick auf Fig. 35 wirft, wo sich beide Processe neben einander finden. Stellen wir uns nur vor, dass die Ausstülpung, welche die Knospe I bedingt, unterbleibt und dass an der nämlichen Stelle wie jetzt bei *st* trotzdem ein Polypid sich anlegt, so zeigt sich sofort die hohe Übereinstimmung von Regeneration und Knospung und das Hinüberleiten dieser Vermehrungsarten zu den Erscheinungen der Strobilation. —

Am Schlusse des beschreibenden Theiles dieser Abhandlung möchte ich noch auf zwei bemerkenswerthe Bildungen hinweisen, die ich unter den überaus zahlreichen Individuen, die ich untersuchte oder betrachtete, allerdings nur je in einem einzigen Exemplar auffand.

Das eine ist in Fig. 56 abgebildet und stellt zwei wohlentwickelte mit reifen Geschlechtsorganen versehene Pedicellinaköpfchen dar, welche ein und demselben Stiele aufsitzen. Der Übergang in denselben, der Verschluss der Verbindungsstelle der Leibeshöhlen durch die quergestellten Mesodermzellen ist genau so gestaltet als wenn nur ein Köpfchen vorhanden wäre. Die Medianebenen der beiden Köpfchen fallen nicht vollständig zusammen, sondern bilden mit einander einen freilich nur sehr spitzen Winkel; im Übrigen ist aber ihre Orientirung die nämliche und nicht eine spiegelbildliche. Die Leibeshöhlen beider stehen mit einander in weiter Verbindung, so dass die daselbst liegenden Mesodermzellen sowohl dem einen als dem anderen Köpfchen zugerechnet werden könnten.

Wichtig wäre die Kenntnis, wie diese Bildung entstanden ist. Anfangs meinte ich, sie sei dadurch hervorgerufen worden, dass bei der Regeneration eines Köpfchens am oberen Stielende gleichzeitig an beiden Seiten in der Medianebene je eine Polypideinstülpung erfolgt sei. Später sei nach Sonderung des Köpfchens eine senkrechte Falte aufgetreten, welche das ursprünglich einheitliche, aber mit zwei Polypiden versehene Köpfchen in der Weise, wie es aus der Abbildung ersichtlich ist, in zwei unvollkommen getheilt hätte. Es giebt noch andere Möglichkeiten, sich das Endstadium zu erklären, die ich aber hier nicht weiter behandeln möchte, weil eine endgültige Entscheidung, ohne Auffinden von jüngeren Stadien, doch nicht erfolgen kann.

Dicht neben diesem abnormen Fall fand ich ein anderes Individuum, welches vielleicht demselben Stocke angehört haben mag und welches mir eine andere Erklärung der doppelköpfigen Pedicellina nahe legt. Ich habe dasselbe in Fig. 55 abgebildet. Daraus, dass über dem oberen Stielende, schon im Bereiche des Köpfchens sich Stacheln finden, lässt sich eben so wie aus dem geringen Umfange des letzteren gegenüber dem Stiele schließen, dass das Köpfchen durch Regeneration entstanden ist. Was aber bemerkenswerth erscheint, ist die außerordentliche Verbreiterung desselben in der Richtung der Medianebene.

Senkrecht zu dieser, in der Längsachse des Stieles findet sich im ganzen Umkreis des Köpfchens eine Ringfalte, welche am oberen Ende bereits eine bedeutende Tiefe erreicht hat, nach unten zu allmählich flacher wird. So erscheinen zwei äußerlich scharf geschiedene Theile, ein ösophagealer und ein analer. Die Sonderung betrifft nicht nur das Hautepithel, sondern es lassen sich auch im Atrium und Tentakelapparat zwei allerdings noch ganz unvollständig geschiedene Abschnitte unterscheiden. Ich möchte diesen Befund als den Beginn einer vollständigen Theilung des Köpfchens deuten, deren Resultat das in Fig. 56 abgebildete Stadium wäre. Das eine der durch Theilung entstandenen Individuen hätte nur einen neuen Ösophagus, das andere einen neuen Hinterdarm zu bilden, so wäre die gleiche Lagerung der Organe in den beiden Tochterstücken vollständig befriedigend erklärt.

V. Allgemeine Bemerkungen.

Die in der vorliegenden Abhandlung mitgetheilten Beobachtungen über die ungeschlechtliche Vermehrung der Bryozoen geben nach mehrfacher Richtung hin Veranlassung zu Überlegungen und Schlussfolgerungen, von denen ich wenigstens die am nächsten liegenden an dieser Stelle vorbringen will.

Zunächst fällt die außerordentliche Verschiedenheit der beiden Entwicklungsweisen, der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen in die Augen, die beide zur Erzeugung einer gleichen Endform führen. So wie in anderen Thierstämmen, erscheint auch hier die Knospung im Verhältnis zur Embryonalentwicklung überaus verkürzt. Bei den Loxosomen, die sich durch eine solche Art der Knospung auszeichnen, die Haeckel als vollständige bezeichnet hat, lösen sich die jungen Knospen ab und gewinnen selbständig neue Anheftungsstellen; den Pedicellinaknospen fehlt aber jegliche Fähigkeit einer Ortsveränderung, und an den Stellen, an welchen sie entstehen, erlangen sie auch ihre Geschlechtsreife. Hier finden wir also kein Stadium, das sich in dieser Beziehung der frei schwimmenden Larve analog verhielte. Überall fehlen also bei den Bryozoen in der Knospung die Vorgänge, die wir in der Embryonalentwicklung als eine mehr oder minder tiefgehende Metamorphose beobachten können, und eben so fehlen den Knospen nebst den anderen provisorischen Larvenorganen die beiden fraglichen Gebilde, welche als Rückenorgan, Gehirn oder Knospe und andererseits als Saugnapf, Fußdrüse oder Scheitelplatte in Anspruch genommen worden sind.

Auch die ersten Stadien in der Embryonalentwicklung, die Furchung, finden in der Knospung keine Homologa, denn diese hebt mit einem zweischichtigen Stadium an, in welchem bereits ein epitheliales Ektoderm und Mesenchym anzutreffen sind. Ein ähnliches Stadium fehlt in der Embryonalentwicklung der endoprokten Bryozoen sowohl bei Pedicellina nach der HATSCHEK'schen Untersuchung als auch bei Loxosoma[1] nach den Beobachtungen von HARMER. Denn hier tritt das mittlere Blatt, wie es sonst in anderen Thierstämmen in fast allen Fällen stattfindet, erst nach Ausbildung des Entoderms auf. Allerdings lauten die freilich noch nicht widerspruchslosen Angaben über die Embryonalentwicklung der Ektoprokten, sowohl der marinen als der Süßwasserformen in dieser Frage wesentlich anders. Es soll nämlich bei diesen die primäre Leibeshöhle von Mesenchym erfüllt sein, das bei den Phylaktolämen sogar eine epitheliale, dem Ektoderm anliegende Schicht bildet, lange bevor der eigentliche Gastrulationsvorgang auftritt.

Gegenüber der Embryonalentwicklung der Endoprokten selbst erscheint also die Ausbildung des inneren Blattes in den Knospen zeitlich verschoben und zwar wesentlich verspätet. Es wäre die Übereinstimmung zwischen beiden Entwicklungsweisen weit vollständiger, wenn es sich hätte nachweisen lassen, dass das mittlere Blatt in der Weise, wie sie NITSCHE für Loxosoma behauptete (vgl. das Schema auf p. 170), entstehe. Allein ich habe mich durchaus nicht davon überzeugen können, dass zu irgend einer Zeit Ektodermzellen in die Leibeshöhle der Knospen auswanderten, um deren Mesenchym zu bilden. Wichtiger aber erscheint der Umstand, der ja von vielen Seiten gar nicht anerkannt wurde, dass überhaupt in jeder zu bildenden Knospe das Polypid durch eine neue Einstülpung vom Ektoderm her sich anlegt. Gehen wir in noch frühere Entwicklungsstadien des knospenbildenden Mutterthieres zurück, so werden wir mit großer Sicherheit füglich alle bei der Knospung thätigen Ektodermzellen auf eine einzige zurückführen können. Hätten sich nun NITSCHE's Angaben über die Entstehung des mittleren Blattes in den Knospen aus dem Ektoderm bei Pedicellina bestätigt, so würde man die gesammte Knospe auf eine Ektodermzelle zurückführen können und hätte somit in der ungeschlechtlichen Fortpflanzung ein ähnliches Anfangsstadium wie in der geschlechtlichen. Allerdings wäre es dann fraglich, ob wir noch von Knospung reden könnten. Bekanntlich hat O. SCHMIDT das Vorkommen von Knospung bei Loxosoma überhaupt geleugnet und zwei verschiedene Arten der geschlechtlichen Vermehrung bei dieser Form unterschieden, eine durch Metamorphose, eine andere ohne eine solche sich vollziehende. »Es ist mir geglückt, die Entwicklung dieser vermeintlichen Knospen mit ziemlicher Vollständigkeit zu verfolgen, und es hat sich ergeben, dass eine regelrechte Eientwicklung ohne Metamorphose vorliegt[1].« Aus seiner weiteren Beschreibung geht hervor, dass er sich vorstellt, es verließen einzelne Eier den Eierstock und gelangten nach vollzogener Furchung auf das Ektoderm des Thieres, um daselbst die Gebilde darzustellen, welche man vor ihm allgemein als Knospen angesehen hatte. NITSCHE[2] hat später mit Recht die durchaus ungenügenden Beobachtungen gerügt, auf welchen eine derartige Anschauungsweise beruhte, und dann selbst die Eingangs aus einander gesetzte Darstellung des Knospungsvorganges bei Loxosoma gegeben. Ich hätte gern auch an dieser Gattung die ungeschlechtliche Fortpflanzung untersucht, weil ich glaubte, dass die Vorgänge die nämlichen sein würden wie bei Pedicellina, dass sich also auch das mittlere Blatt des Mutterthieres bei der Knospenbildung betheiligen würde. Trotzdem ich aber zu wiederholten Malen nach Loxosomen suchte und auch Herr Dr. GRAEFFE solche Gegenstände absuchte, auf welchem er sie früher gefunden hatte, bestand doch das Ergebnis in nur wenigen Exemplaren, an welchen ich diese Frage zu keiner endgültigen Entscheidung bringen konnte.

---

[1] HARMER, »On the structure and development of Loxosoma«. Quart. Journ. Micr. Scienc. Vol. XXV. 1885.

Leitete sich die Gesammtknospe von einer Ektodermzelle ab, so hätten wir einen Vorgang vor uns, der von der echten Knospung aller übrigen Thierformen, bei welcher sich stets Derivate mehrerer Keimblätter betheiligen, außerordentlich verschieden wäre. Auch auf die geschlechtliche Fortpflanzung ließe sich dann eine solche Vermehrungsart nicht zurückführen und etwa die Deutung der Ektodermzelle als eine parthenogenetische Eizelle anwenden, weil wir ja einen ganz bestimmt gesonderten, dem Mesoderm entstammenden Geschlechtsapparat in diesen Thieren vorhanden finden, der mit den Knospen bildenden Zellen in keinem Zusammenhange steht. VOGT[3] giebt ausdrücklich an, und es liegt nicht der geringste Grund vor, dies zu bezweifeln, dass die Thiere gleichzeitig geschlechtsreif sein und Knospen bilden können. Andererseits sagt NITSCHE[4] »Ich habe Hunderte von im Herbst gesammelter erwachsener Loxosomen untersucht, ohne ein einziges Exemplar mit entwickelten Genitalien gefunden zu haben, und doch waren sie sämmtlich mit Seitensprösslingen überreich versehen.« Es erklären sich solche Gegensätze naturgemäß daraus, dass die Geschlechtsreife nur periodisch eintritt, die Knospung aber stets stattfinden kann. Es bliebe somit nur übrig, eine derartige Entwicklung als Sporogonie zu bezeichnen, obwohl es sich sonst fast überall im Thierreiche, wo man Sporenbildung annahm, erwiesen hat, dass eine solche nicht vorkommt. Wer sich allerdings auf den Standpunkt stellt, den vor nicht langer Zeit A. Kölliker[1] vertreten hat, für den könnte es nichts Auffallendes sein, wenn wirklich eine Ektodermzelle, die nicht Geschlechtszelle ist, einen neuen Organismus entstehen lässt. Im Gegensatze zu den bekannten Weismann'schen Anschauungen ist Kölliker der Ansicht, dass bei den im Verlaufe der Embryonalentwicklung auftretenden Kerntheilungen immer nur wesentlich gleiche und nicht qualitativ verschiedene Tochterkerne hervorgehen. In letzter Instanz leiten sich alle Kerne im ausgebildeten Organismus aus dem befruchteten Eikern in kontinuirlicher Formfolge ab und stehen also wie dieser auf dem Stadium eines embryonalen Zwitterkernes. Da Kölliker mit Hertwig und Strasburger die ausschließliche Bedeutung des Kernes bei der Befruchtung und Vererbung annimmt, stehen somit auch alle Zellen eines Organismus auf dem Stadium der befruchteten Eizelle und besitzen das Vermögen, den gleichen Organismus zu erzeugen wie diese. »Es darf daher wohl angenommen werden, dass von Haus aus jede embryonale Zelle das Vermögen besitzt, das Ganze zu erzeugen und in gewissem Sinne Keimzelle ist, und dass, wenn dieses Vermögen bei den höheren Thieren und später nur an gewisse Elemente gebunden erscheint, dies mit besonderen Verhältnissen verknüpft ist« (l. c. p. 44). Diesen Standpunkt hat Kölliker später noch einmal betont[2]: »Ich behaupte in erster Linie, dass das im Kerne der befruchteten Eizelle befindliche Idioplasma im Laufe der Entwicklung wohl an Masse zunimmt, aber seiner inneren Struktur nach unverändert in die Kerne aller Zellen übergeht, die an der Formbildung des Embryo sich betheiligen. Somit leugne ich jeden tieferen Gegensatz zwischen den »somatischen Zellen« oder den Gewebszellen einerseits und den Eizellen und Samenzellen andererseits.«

---

[1] O. SCHMIDT, »Die Gattung Loxosoma«. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XII. p. 8. 1876.

[2] H. NITSCHE, »Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen«. Diese Zeitschr. Bd. XXV. Suppl. p. 385.

[3] VOGT, »Sur le Loxosome des Phascolosomes«. Arch. zool. expér. 1876.

[4] NITSCHE, l. c. p. 386.

Es ist das eine Auffassungsweise, welche von einigen Botanikern schon lange vertreten wurde. Vöchting hatte 1878 bereits behauptet, dass eine jede Zelle des pflanzlichen Organismus die Fähigkeit besitze, sich zu einem neuen Organismus zu regeneriren. Es mag nun sein, dass im Pflanzenreich die Thatsachen zu einer solchen Auffassung berechtigen. Im Thierreiche aber kennen wir bislang keinen einzigen sicher festgestellten Fall, in welchem eine Zelle, die nicht Eizelle ist, im Stande wäre, aus sich heraus ein Metazoon zu regeneriren. Und ich glaube nicht, dass Loxosoma eine Ausnahme bilden wird.

---

[1] Kölliker, »Die Bedeutung der Zellkerne für die Vorgänge der Vererbung«. Diese Zeitschr. Bd. XLII. 1885.

[2] Kölliker, »Das Karyoplasma und die Vererbung, eine Kritik der Weismannschen Theorie von der Kontinuität des Keimplasma«. Diese Zeitschr. Bd. XLIV. p. 229. 1886.

Die Vorgänge bei der ungeschlechtlichen Vermehrung der Bryozoen haben uns aber andererseits gelehrt, dass eine bestimmte Differenzirung einer Zelle durchaus nicht ihre Rückkehr auf ein mehr embryonales Stadium ausschließt, von welchem aus eine Entwicklung auch nach einer anderen Richtung noch erfolgen kann. Im höchsten Maße fanden wir dies Vermögen bei gewissen Plattenzellen des Pedicellinastieles ausgebildet, die unter bestimmten Umständen ein neues vollständiges Polypid aus sich erzeugen konnten. Weniger bestimmt differenzirt zeigten sich allerdings die Ektodermzellen, die bei der normalen Knospung die gleiche Fähigkeit bewiesen, sich zu solchen Organen und Geweben umzubilden, die zweifelsohne entodermal sind.

Die in dieser Untersuchung mitgetheilten Thatsachen lassen es außer jedem Zweifel, dass der Gastrulationsprocess bei den endoprokten Bryozoen sich jederzeit an gewissen Stellen des ausgebildeten Thieres oder dessen Stolo wiederholen kann. Es bewahrt das Ektoderm die Fähigkeit, die der Blastula zukam. Ähnlich wie bei ektoprokten Bryozoen das embryonale einschichtige Blastulaepithel bereits Mesenchym umschließt, bevor das Entoderm entsteht, enthält auch schon die Leibeshöhle der ektodermalen Knospenausstülpung Mesodermgewebe, so dass unmittelbar nach dem Auftreten der Polypideinstülpung die Knospenanlage in eine dreiblätterige Form übergeführt erscheint.

Nach den Untersuchungen von Hatschek entsteht nach Ablauf der Furchung die Gastrulaeinstülpung in der Region, in welcher sich später das Atrium oder Vestibulum der Larve ausbreitet (vgl. die schematische Fig. 5, p. 171). Da nun die Festsetzung der Larve mit eben diesem Pole erfolgt und eine vollständige Umkehrung des Polypids stattfindet, so dass die definitive Öffnung des Atriums nach außen bei der festgesetzten solitären Form gerade an der Stelle im Ektoderm erfolgt, welche dem embryonalen Blastoporus gegenüber liegt, so ergiebt sich, dass die Ektodermzellen, welche den Stiel der Pedicellina bilden und an welchem sich der Stolo erhebt, vornehmlich wohl Folgegenerationen der Zellen sind, welche dem Blastoporus genähert lagen. Allerdings hat dieser Hinweis nur dann Bedeutung, wenn das Ektoderm der festgesetzten Larve die drehende Bewegung des Polypids um 180° nicht mitmacht.

Aber auch damit ist, wie ich glaube, für denjenigen wenig gewonnen, der einmal der Auffassung huldigt, dass das innere Keimblatt in Folge einer polaren Differenzirung der Eier immer nur an einer ganz bestimmten Stelle aus einem ganz bestimmten Theil des Eimateriales hervorgehen könne. Denn wie Hatschek nachgewiesen hat, schließt sich das durch Invagination entstandene Entoderm vollständig ab, und es entsteht später an der Stelle des früheren Blastoporus eine neue Einstülpung, die nunmehr rein ektodermal ist und bleibt und Atrium, Ösophagus und Hinterdarm entstehen lässt. Danach müsste also das zum Entoderm prädestinirte Material der Blastula bei der Bildung der ersten Einstülpung bereits verbraucht sein, und es bliebe unverständlich, wie später noch Folgegenerationen solcher Zellen, die beträchtlich weiter nach dem animalen Pole des Embryo gelegen waren, dennoch noch einmal Entoderm produziren könnten. Ich meine also, dass solche Thatsachen, wie sie uns die Entwicklung der Bryozoen lehrt, uns warnen sollten, die Lehre von der polaren Differenzirung der Eier bis in die Extreme zu verfolgen, die mit den wirklichen entwicklungsgeschichtlichen Vorgängen einfach unvereinbar sind.

Wie ich eben erwähnt habe, geht aus Hatschek's Darstellung der Embryonalentwicklung hervor, dass Atrium und Tentakelapparat dem Ektoderm zugerechnet werden müssen. Aus der Knospung ergiebt sich dies nicht so einfach, und es ist denn in der That auch dieser ganze Komplex des öftern dem Entoderm zugezählt worden. In den Knospen erscheint unzweifelhaft für Atrium und Verdauungskanal die Anlage als ein einheitliches Gebilde, das sich erst später sondert. Wie die gesammte Knospenentwicklung verkürzt ist, erscheinen auch die beiden Processe der Einstülpung, durch welche im Embryo zuerst Entodermkanal, dann Atrium sich bilden, in einen zusammengezogen.

Ich möchte diese Untersuchung nicht schließen, ohne auf die außerordentliche Verschiedenheit hingewiesen zu haben, die bezüglich des Bildungsgesetzes der Knospen bei Bryozoen einerseits und den Cölenteraten und Tunikaten andererseits besteht. In beiden letzteren Typen betheiligt sich das Entoderm in sehr wesentlicher Beziehung beim Knospenbau, denn es entstehen aus ihm fast alle die Organe, die im Embryo aus dem Hypoblast sich gebildet haben. Das Ektoderm liefert in den Knospen der Tunikaten die Hautschicht und bei Cölenteraten wohl so ziemlich alle Körpertheile, die im Embryo epiblastisch entstanden sind. Bei den meisten Cölenteraten ist die Knospenanlage wie bei den Bryozoen zweiblätterig, bei jenen aber sind es Ektoderm und Entoderm, bei diesen Ektoderm und Mesoderm, welche in das neue Thier übergehen.

Bei den Tunikaten tritt als umfangreiches Gebilde das mittlere Blatt zu den beiden primären in die Knospenanlage hinein. Hier bildet es sich zu einer ganzen Reihe von Organen und Geweben aus, die im Embryo aus einem anderen Blatt, nämlich dem Ektoderm entstehen. Wie ich nachgewiesen habe[1] findet diese hervorragende Betheiligung des Mesoderms dadurch eine naturgemäße Erklärung, dass das Mesoderm des Mutterthieres, welches in die Knospen übergeht, nichts anderes ist als sein Geschlechtsapparat oder ein Theil desselben, der eine ganz eigenthümliche Verwerthung erfährt. Während also bei Tunikaten das mittlere Blatt bei der ungeschlechtlichen Vermehrung die wichtigste Rolle spielt, ist es bei den Bryozoen das äußere, welches — da ein entodermaler Antheil fehlt — die Fähigkeit besitzt, das innere nach Art der Gastrulation aus sich hervorgehen zu lassen. Als ich an die vorliegende Untersuchung herantrat, da erwartete ich, den Nachweis führen zu können, dass bei der Knospung der Bryozoen im Wesentlichen die nämlichen Vorgänge sich abspielen würden wie bei Tunikaten. Nachdem ich mich sehr bald überzeugt hatte, dass sich nur zwei Blätter bei der Knospung betheiligen, da vermuthete ich, es würde in ähnlicher Weise wie bei den Tunikaten, das mittlere Blatt die größte histologische Neubildungsfähigkeit zeigen und den entodermalen Antheil des Polypids liefern. Da die Geschlechtsorgane ebenfalls mesodermal entstehen, hoffte ich, die Umbildungsfähigkeit des Knospenmesoderms in ähnlicher Weise erklärt zu finden, wie bei Salpen und Pyrosomen. Eine eingehende Untersuchung hat mich aber gelehrt, dass die Vorgänge der ungeschlechtlichen Vermehrung bei Bryozoen sich nach einem ganz anderen Gesetze vollziehen, das sich im Wesentlichen als ein an den verschiedensten Stellen im Ektoderm immer wieder auftretender Gastrulationsvorgang auffassen lässt.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Abbildungen sind nach Präparaten mit der Camera lucida gezeichnet worden. Die Distanz des Abbe'schen Spiegels vom Zeichentisch betrug 20 cm. Die Fig. 5, 20—34 auf Taf. IX, Fig. 44—49 auf Taf. X stellen mit dem Mikrotom verfertigte Quer- und Längsschnitte dar; alle anderen sind optische Durchschnitte. Die auf einander folgenden Stadien der Knospen sind mit römischen Zahlen bezeichnet.

Buchstabenbezeichnung.

a, Atrium oder Intratentakularraum;	*ec*, Ektoderm;
c, Cuticula;	*fd*, Fußdrüse;

---

[1] »Die Entstehung des Generationswechsels der Salpen.« Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXII. 1888. — »Zur Entwicklungsgeschichte d. Pyrosomen.« Ebenda Bd. XXIII. 1889.

fr, Muskelfibrillen im Stiel;
g, Ganglion;
hd, Hinterdarm, Rectum;
i, Anlage des Verdauungskanales;
lh, primäre Leibeshöhle;
m, Magen;
md, Mitteldarm;
ms, Mesodermzellen;
n, Nierenkanälchen;
o, Mund;
oe, Ösophagus;
ov, Geschlechtsorgane;
p, Polypid, gemeinsame Anlage für Atrium, Verdauungstractus und Ganglion;
s, Stachel;
st, die Stelle im Ektoderm, von welcher der Stolo ausgeht resp. das Polypid sich einstülpt;
t, Tentakel.

Tafel IX.

Fig. 1. Eine junge noch solitäre Pedicellina nach erfolgter Umkehrung des Entodermkanals und vollständiger Rückbildung des vermeintlichen Knospungsorgans der freischwimmenden Larve. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Zeiss, Obj. D, Oc. II.

Fig. 2. Ein weiter entwickeltes Solitärthier kurz vor Beginn der Bildung des Stolos, der sich bei *st* erheben wird. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. C, Oc. II.

Fig. 3. Ein weiteres Stadium, das an der Basis des Stieles einen Stolo gebildet hat, an dessen Spitze das erste Polypid entwickelt ist. Auch die Stelle, an welcher sich ein zweites bilden wird, ist bei *st* kenntlich. Die Festheftungsstelle ist bei der Loslösung des jungen Stockes von der Unterlage zerstört worden. Sublimatessig-Chromsäure, Boraxkarmin. Obj. C, Oc. II.

Fig. 4. Ein jüngerer Stolo mit beginnender Polypidbildung an einer solitären Form. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. D, Oc. II.

Fig. 5. Medianer Längsschnitt durch einen etwas älteren Stolo. Sublimatessig-Chromsäure, Alaunkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 6. Optischer Durchschnitt senkrecht zur Medianebene eines Stadiums, das dem in Fig. 18 gezeichneten entspricht. Sublimatessig-Chromsäure, Alaunkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 7. Das knospenbildende Ende eines Stöckchens, an welchem zwei Individuen auf sehr verschiedenen Stadien der Entwicklung liegen. Bei *st* wird sich später eine neue Knospe erheben. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 8. Ein weiteres Stadium, in welchem die Knospenanlagen I und XIV der vorhergehenden Figur zu Stadium III und XV geworden sind. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. D, Oc. II.

Fig. 9. Das Knospenstadium II. Sublimatessig-Chromsäure, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 10. Stadium IV. Sublimat, Bealekarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 11. Stadium V. Zwei optische Durchschnitte bei verschiedener Tubuseinstellung. Sublimat, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 12. Ein folgendes Stadium. Sublimat, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 13. Stadium VII. Sublimat, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 14. Ein folgendes Stadium. Die Linie giebt an, welcher Stelle der in Fig. 22 abgebildete Querschnitt entnommen ist. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. F, Oc. II.

Fig. 15. Ein weiteres Stadium. Sublimatessig-Chromsäure, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 16. Das folgende Stadium. Sublimat, Bealekarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 17. Ein weiteres Stadium, auf welchem sich das Polypid in Atrium und Entodermkanal theilt. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 18. Ein weiter entwickeltes Stadium; die Sonderung in die beiden Abschnitte ist vorgeschritten. Sublimatessig-Chromsäure, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 19. Ein Stadium, das dem in Fig. 8, Stadium XV, abgebildeten nahezu gleicht, im lateralen Längsschnitt betrachtet. Sublimatessig-Chromsäure, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 20. Querschnitt durch den Stiel einer Knospe, die ungefähr auf dem in Fig. 8, Stadium XV, abgebildeten Stadium steht. Es ist die Region durchschnitten, in welcher sich eine neue Knospe zu bilden beginnt. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 21. Querschnitt durch ein Stadium, das dem in Fig. 11 abgebildeten entspricht. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 22. Querschnitt durch das in Fig. 14 abgebildete Stadium. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 23. Querschnitt durch ein ähnliches Stadium. Sublimat, Boraxkarmin. Obj. F, Oc. II.

Fig. 24. Querschnitt durch ein Stadium, das dem in Fig. 16 abgebildeten ungefähr entspricht. Sublimat, Boraxkarmin. Obj. F, Oc. II.

Fig. 25. Querschnitt durch das in Fig. 17 abgebildete Stadium; Atrium und dessen Verbindung mit dem Hautepithel sind durchschnitten. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 26. Querschnitt durch das Atrium einer weiter entwickelten Knospe, der die in Fig. 18 abgebildete entspricht. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 27. Querschnitt durch den Verdauungstractus einer nur wenig älteren Knospe. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 28. Medianer Längsschnitt durch die Stoloanlage an einem älteren Thiere. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 29. Medianer Längsschnitt durch ein bedeutend weiter entwickeltes Stadium. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 30. Lateraler Längsschnitt durch ein junges Knospenthier, das etwas jünger ist als das älteste des in Fig. 7 abgebildeten Stöckchens. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 31. Schnitt derselben Serie durch die eine Hälfte des Atriums, um die Tentakelbildung zu zeigen.

Fig. 32. Querschnitt durch ein fast gleich altes Stadium. Der Schnitt geht durch die Mitte des Atriums. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 33. Schnitt durch den Verdauungstractus und das Ganglion aus der nämlichen Serie.

Fig. 34. Etwas schräg geführter lateraler Längsschnitt durch ein Stadium, das dem ältesten in Fig. 7 abgebildeten gleicht. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Tafel X.

Fig. 35. Das freie Ende eines Stöckchens in Regeneration. Im äußersten Individuum I wird normalerweise erst durch eine beginnende Einstülpung das Polypid angelegt. Unter dem wohlentwickelten Köpfchen des Individuums II zeigt sich an der Spitze des Stieles links eine Ektodermverdickung, welche die Regeneration einleitet. Individuum III besitzt bereits einen rückgebildeten Tentakelapparat, an der

Spitze des Stieles ist dagegen die Regeneration des Köpfchens sehr weit vorgeschritten und das Polypid in die beiden Abschnitte gesondert. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. B, Oc. II.

Fig. 36. Neubildung eines Polypids an der Spitze eines alten Stieles, von der der Einstülpungsstelle gegenüber liegenden Seite aus gesehen. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. D, Oc. II.

Fig. 37. Ein weiteres Stadium der Regeneration. Die Einstülpung hat sich in Atrium und Verdauungstractus gesondert. Das ursprüngliche Köpfchen ist frühzeitig abgestoßen worden. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. D, Oc. II.

Fig. 38. Ein ähnliches Stadium von der gegenüber liegenden Seite betrachtet. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. D, Oc. II.

Fig. 39. Dasselbe Thier im seitlichen Durchschnitt bei etwas stärkerer Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 40. Ein etwas weiter entwickeltes Regenerationsstadium. Das alte Köpfchen sitzt dem neugebildeten noch auf. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. C, Oc. II.

Fig. 41. Ein ähnliches Stadium bei stärkerer Vergrößerung gezeichnet, um den Zusammenhang des alten Köpfchens mit dem neuen, der sich ganz unverändert erhalten hat, zu zeigen. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. D, Oc. II.

Fig. 42. Ein weiteres Stadium mit Tentakel- und Ganglionanlage. Sublimatessig-Chromsäure, Boraxkarmin. Obj. D, Oc. II.

Fig. 43. Ein durch Regeneration entstandenes ganz ausgebildetes Köpfchen, welchem das alte noch aufsitzt. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. C, Oc. II.

Fig. 44. Medianer Längsschnitt durch ein regenerirtes Polypid. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 45. Ein folgender Schnitt derselben Serie.

Fig. 46. Querschnitt durch die Atrialregion eines regenerirten Köpfchens, das ungefähr dem in Fig. 38 abgebildeten entspricht. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 47. Querschnitt durch die Mitte eines jungen Regenerationsstadiums. Sublimatessigsäure, Pikrokarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 48. Drei Schnitte weiter nach dem oberen Stielende zu aus derselben Serie.

Fig. 49. Querschnitt durch ein frühes Stadium eines regenerirten Polypids. Sublimatessig-Chromsäure, Alaunkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 50. Ein Querstolo an der Basis eines alten Thieres im Hauptstolo. Sublimatessig-Chromsäure, Boraxkarmin. Obj. B, Oc. II.

Fig. 51. Die jüngste Knospenanlage an demselben bei stärkerer Vergrößerung. Obj. E, Oc. II.

Fig. 52. Ein jüngerer Querstolo mit nur einer Knospe. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin. Obj. E, Oc. II.

Fig. 53 und 54. Zwei optische Durchschnitte senkrecht zur Medianebene desselben Thieres. Obj. D, Oc. II. Fig. 54 entspricht der Stelle, welche in Fig. 52 durch die Linie *A*—*A* bestimmt ist.

Fig. 55. Missbildung eines durch Regeneration entstandenen Köpfchens. An demselben ist eine Ringfurche aufgetreten, welche zwei äußerlich scharf abgegrenzte Theile unterscheiden lässt. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. C, Oc. II.

Fig. 56. Eine doppelköpfige Pedicellina. Ein jedes der Köpfchen ist vollständig und normal ausgebildet. Sublimat, Pikrokarmin. Obj. A, Oc. II.

Die Gastrotrichen.

Eine monographische Darstellung ihrer Anatomie, Biologie und Systematik

von

Dr. **Carl Zelinka,**
Privatdocenten an der Universität Graz.

Mit Tafel XI—XV und 10 Holzschnitten.

Einleitung.

Indem ich diese Arbeit der Öffentlichkeit übermittle, spreche ich die Hoffnung aus, es mögen die nachstehenden Ergebnisse das Interesse an den in neuerer Zeit recht vernachlässigten Gastrotrichen von Neuem wecken. Wenn auch in der Anatomie nur wenige Punkte, wie z. B. die Frage nach den männlichen Geschlechtsorganen, noch ungelöst geblieben sind (leider konnte ich meine Studien nicht an der größten Species, dem 0,4 mm langen Chaeton. Schultzei Metschn. ausführen, da mir nur etwa halb so große Formen zur Verfügung standen, was die Untersuchung gewiss erschwerte), so wird in faunistischer und systematischer Beziehung um so mehr zu entdecken sein.

Um nun das Studium dieser Thiere nach Möglichkeit zu erleichtern, und um die historische Entwicklung unserer Kenntnisse von denselben recht deutlich darzulegen, wurde nach erprobtem Vorbilde Alles was über die Systematik und Anatomie dieser Thiere in früheren Arbeiten enthalten war, wörtlich in chronologischer Reihenfolge citirt. Durch nichts kann sich der Leser besser über den inneren Werth der früheren Arbeiten orientiren, als durch die objektive Nebeneinanderstellung der einzelnen Beschreibungen und Ansichten. Von der wörtlichen Anführung musste ich bei einer einzigen Arbeit zum Theile absehen. Es ist dies die ausführliche, in derselben Zeitschrift erschienene Abhandlung von H. Ludwig über die Gastrotrichen, aus welcher namentlich die ausgedehnten Beschreibungen über den Darmkanal der Kürze halber in sinngemäßen und erschöpfenden Auszügen mitgetheilt werden mussten.

Dass Gosse's »The natural History of the Hairy-backed animalcules« und die allerdings recht unbedeutende Schrift Fernald's »Notes on the Chaetonotus larus« in deutscher Übersetzung angeführt sind, während die übrigen Arbeiten in der Originalsprache citirt werden, hat seinen Grund darin, dass ich diese Schriften von auswärts beziehen musste und sie schon längst zurückgestellt hatte, als ich den Text niederschrieb, daher mir damals nur mehr meine Übersetzungen vorlagen.

Auch die russische Arbeit von Schimkewitsch gebe ich in deutscher Übersetzung wieder und hoffe damit einem Theile der Fachgenossen eine bedeutende Mühe zu ersparen.

Um späteren Untersuchern die Bestimmung und Wiederauffindung der Species zu erleichtern, habe ich jede von mir beobachtete Species in einer typischen Stellung und bei 525facher Vergrößerung abgebildet, um die relativen Größen klar zu legen. So ist es auch auf der Taf. XV gehalten worden. Diese Tafel möge von meinen Fachgenossen nur als eine Zugabe zum systematischen Theile betrachtet werden. Es sind daselbst bis auf Chaeton. octonarius Stokes, für welche Species sichere Angaben fehlen, alle bisher beschriebenen, von mir jedoch nicht beobachteten Species nach den Originalzeichnungen abgebildet[1] und zwar habe ich mit Ausnahme von Chaeton. Bogdanovii, von dem wir im Originale eine Längenangabe vermissen und der daher nach Maßgabe des vorhandenen Platzes in willkürlicher Größe gezeichnet wurde, sämmtliche Figuren ebenfalls auf eine 525fache Vergrößerung umgerechnet. Überall wurde die Maximalgröße gewählt, so dass auf diese Weise nicht nur ein vollständiger Überblick über den Formenreichthum gegeben, sondern auch durch die Umrechnung der Dimensionen die richtige Vorstellung der relativen Größen gewährleistet ist. Wo der Autor nur charakteristische Theile eines Thieres abgebildet hatte, wurde die Totallänge durch eine nebenstehende gerade Linie angegeben.

Professor Dr. L. von Graff zolle ich für die freundlichen Rathschläge, welche er mir bei der praktischen Durchführung dieser Arbeit aus seiner eigenen reichen Erfahrung zu Theil werden ließ, sowie für die liebenswürdigst gestattete Benutzung seiner Privatbibliothek meinen aufrichtigsten Dank.

---

[1] Nur Chaetonotus (?) longicaudatus Tatem, dessen Genus übrigens ganz unsicher ist, wurde, da er auf Taf. XV nicht mehr aufgenommen werden konnte, in einem Holzschnitte abgebildet.

Litteraturverzeichnis.

In dieses Verzeichnis sind alle jene Schriften aufgenommen, welche eine eigene Beobachtung oder ein selbständiges Urtheil über die Gastrotrichen enthalten, Lehrbücher jedoch nur dann, wenn sie eigene anatomische Angaben enthalten. Solche Lehrbücher, die sich nur über die systematische Stellung aussprechen, werden im theoretischen Theile separat citirt. Das Verzeichnis beginnt mit Ehrenberg's Infusorienwerke, in welchem die ältere Litteratur nachgesehen werden mag, und ist chronologisch geordnet. Für die gütige Zusendung von Werken, welche ich in keiner öffentlichen Bibliothek Österreichs und Deutschlands auftreiben konnte, bin ich den Herren C. T. Hudson in Clifton, Bristol und Professor Dr. V. Carus in Leipzig, zu größtem Danke verpflichtet. Professor Dr. M. Braun in Rostock hatte die große Güte, mir aus seiner eigenen Übersetzung der Grimm'schen Arbeit, welche letztere ich trotz meiner Bemühungen nirgends erhalten konnte, jene Stellen mitzutheilen, welche auf die Gastrotrichen Bezug haben. Es sei mir gestattet, ihm für diese Freundlichkeit meinen besonderen Dank auszudrücken.

1. C. G. Ehrenberg, »Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen«. 1838.
   p. 386. Aufstellung der Familie der Ichthydina; p. 388. Ichthydium mit I. podura, T. XLIII, Fig. II; p. 389, 390. Chaetonotus maximus, T. XLIII, Fig. III; Ch. larus, T. XLIII, Fig. IV; Ch. brevis, T. XLIII, Fig. V.
2. S. Kutorga, »Naturgeschichte der Infusionsthierchen«. 1841. Tabelle p. 8 (schließt sich ganz Ehrenberg an).
3. F. Dujardin, »Histoire naturelle des Zoophytes. Infusoires«. 1841.
   p. 565. Infus. symmetriques; p. 568. Chaetonotus squammatus sp. nov., T. XVIII, Fig. 8; p. 579. Chaet. larus, T. XVIII, Fig. 7; Ichthydium podura.
4. v. Siebold, »Vergleichende Anatomie«. 1845.
   p. 174. System. Stellung = Ehrenberg. p. 175. Borsten. p. 180. Pankreatische Drüsen.
5. C. Vogt, »Zoologische Briefe«. Bd. I. 1851.
   p. 214 stellt die Ichthydina zu den Strudelwürmern.
6. P. H. Gosse, A Catalogue of Rotifera found in Britain. Ann. and Magaz. of nat. Hist. 2 Ser. Vol. VIII. 1851.
   p. 198. Chaet. maximus, squammatus, larus, Dasydytes nov. gen., Das. goniathrix n. sp., Das. antenniger nov. spec.
7. M. Perty, »Kleinste Lebensformen der Schweiz«. 1852.
   p. 47. Chaet. maximus, Chaet. larus, Ichthydium podura.
8. L. K. Schmarda, »Die geographische Verbreitung der Thiere«. 1853.
   p. 744 stellt die Ichthydina zu den Rhabdocoelen.
9. M. Schultze, »Über Chaetonotus und Ichthydium Ehrb. und eine neue verwandte Gattung Turbanella«. Arch. f. Anat. u. Physiologie. p. 241—254. T. VI. 1853.
   p. 241—243. Histor. p. 243—246. Turbanella. p. 246—249. Chaet. maximus. p. 249 bis 253. System. Stellung.

9a. J. F. Weisse, »Beitrag zur geographischen Verbreitung der Infusorien«. Bull. math. phys. Acad. St. Petersburg. XII. p. 380. 1854.
   Chaetonotus larus wird als Mitglied der Fauna von Aix genannt.

9b. J. F. Weisse, »Verzeichnis aller von mir in einem 30jährigen Zeitraume zu St. Petersburg beobachteten Infusorien u. Räderthiere«. Bull. Soc. impér. Moscou. III. Theil. p. 244. 1863.
   Angeführt werden: Ichthydium podura, Chaetonotus maximus, brevis und larus.

10. R. Leuckart, Bericht über die Leistungen in der Naturg. der niederen Thiere während der Jahre 1848—1853. Archiv für Naturgesch. 20. Jahrg. II. Bd. 1854.

Stellt die Ichthydinen als Anhang zu den Turbellarien.

11. M. Perty, »Naturgeschichte des Thierreiches«. Stuttgart 1854.

System. Stellung bei den Helminthen.

12. Fr. Leydig, »Über den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere«. Diese Zeitschr. Bd. VI. 1855.

p. 112. Die Ichthydinen sind von den Rotatorien zu trennen.

13. Fr. Leydig, »Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere«. 1857.

p. 118. Kap. Haut. Anhang der Turbellarien: Ichthydina.

14. L. K. Schmarda, »Neue wirbellose Thiere«. I, 1. 1859. I, 2. 1861.

I, 1. p. XIV. Ichthydinen gehören zu den Naideen oder Turbellarien.

I, 2. p. 7. Fam. Naidea. Gen. Ichthydium. p. 8. I. jamaicense sp. nov., T. XVII, Fig. 148 *a*, *b*; I. tabulatum sp. nov., T. XVII, Fig. 149.

15. A. Pritchard, »A History of Infusoria, including Desmidiaceen and Diatomaceen«. 4. Ed. enlarged and revised by J. P. Arlidge, W. Archer, J. Ralfs, W. C. Williamson and the Autor. London, Whitaker. 1861. 940 p. 40 Pl.

Part. I. p. 380. Allgemeines übersetzt nach Ehrenberg, Dujardin und M. Schultze (Turbanella).

Part. II. p. 660. wörtliche Übersetzung von Ehrenberg: Nr. 1. p. 386, 387; p. 661. Dasydytes übersetzt nach Gosse. Nr. 7; Ichthydium, übersetzt nach Ehrenberg. Nr. 1; Chaetonotus maximus, larus, brevis, übersetzt nach Ehrenberg. Nr. 1; Ch. squammatus, übersetzt nach Dujardin. Nr. 3; p. 662. Sacculus viridis, nach Gosse. Nr. 7. Abbildungen sind folgende vorhanden: T. XXV, Fig. 356—358, I. podura, alles Kopien nach Ehrenberg. Nr. 1. sodann: T. XXXI, Fig. 28, Turbanella; Fig. 29, 30, Ch. maximus, beides Kopien nach M. Schultze Nr. 10.

16. E. Claparède, »Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere«. 1863.

p. 90. Stellung zu den Echinoderes.

17. E. Ehlers, »Die Borstenwürmer«. 1864—1868.

p. 7. Stellung im System.

18. P. H. Gosse, »The natural History of the Hairy-backed animalcules (Chaetonotidae)«. The intellectual observer, London. Vol. V. Juli 1864. p. 387—406. Taf. I, II.

p. 387—392. Hist. Einleitung; p. 392. Ichthydium podura, nach Ehrenberg; p. 393. Chaet. larus, T. I, Fig. 1—3; p. 394—396. Chaet. maximus, T. I, Fig. 4, 5; p. 396. Chaet. brevis, nach Ehrenberg; Chaet. squammatus, T. I, Fig. 6; p. 397. Chaet. Slackiae nov. sp., T. I, Fig. 7; p. 399. Chaet. gracilis, T. I, Fig. 8; Genus Dasydytes; p. 400. Das. goniathrix, T. II, Fig. 9—12; p. 401—402. Das. antenniger, T. II, Fig. 13, 14.

19. E. Metschnikoff, »Über einige wenig bekannte niedere Thierformen«. Diese Zeitschr. Bd. XV. p. 450—458. Taf. XV. 1865.

p. 450, 451. Histor.; p. 451. Chaet. larus; Schultzei nov. spec.; I. ocellatum nov. spec.; p. 452. Chaetura capricornia n. g., nov. spec.; Cephalidium longisetosum nov. gen., nov. spec.; p. 452—454. Anatomie; p. 454—458 und p. 461. Syst. Stellung.

19a. T. G. Tatem, »New Species of Microscopic Animals. Quart. Journ. of micr. Science. N. S. 7. p. 251, 252. Taf. X, Fig. 1. 1867.

Chaetonotus longicaudatus n. sp.

20. Greeff, »Untersuchungen über einige merkwürdige Formen des Arthropoden- und Wurmtypus«. Arch. f. Naturg. Vol. XXXV. p. 73. 1869.

Verwandtschaft von Echinoderes und Ichthydinen.

21. H. Slack, »Marvels of Pondlife, or a year's microscopic recreations among the Polyps, Infusoria, Rotifers etc.« London 1861. 3. Edit. 1878.

p. 82—84 (zwei Holzschnitte). Chaet. larus. Hat keinen Anspruch auf wissenschaftlichen Werth, und wird hier nur zur Vermeidung von unnöthigen Nachforschungen angeführt, da es von Gosse citirt wird.

22. H. A. Pagenstecher, »Echinoderes Sieboldii«. Diese Zeitschr. Bd. XXV. Suppl. Juni 1875.

p. 122. System. Stellung.

23. H. Ludwig, »Über die Ordnung Gastrotricha«. Diese Zeitschr. Bd. XXVI. p. 193—226. Taf. XIV. Dec. 1875.

p. 193. Hist.; p. 194—214. I. larus; p. 214—218. I. podura; p. 218—222. Systematik; p. 223—225. Stellung im System.

24. O. Bütschli, »Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung Chaetonotus«. Diese Zeitschr. Bd. XXVI. p. 385—413. Taf. XXVI. 1876.

p. 385. Histor. Einleitung; p. 385, 386. System; p. 386—389. Anatomie; p. 390—411. Phylogenetisches.

24a. O. A. Grimm, »Zur Kenntnis der Fauna im baltischen Meere und deren Entstehungsgeschichte«. (Russisch.) Arbeit. d. St. Petersburger Naturforscher Gesellschaft. Bd. VIII. p. 107 ff. 1877.

p. 115. Chaetonotus larus wird als Mitglied der Fauna von Libau angegeben. Gastrochaeta ciliata nov. gen., nov. spec. ohne Abbildung.

Wird von M. Braun in seinen »physik. u. biol. Unters. im westlichen Theile des finnischen Meerbusens« angeführt. Arch. für Naturkunde für Liv-, Esth- und Kurland. Ser. II. Bd. X. Lief. 1. p. 96. 1884.

25. H. A. Pagenstecher, Allgemeine Zoologie. 1877 und 1881.

Bd. II, p. 89, 90. Nahrungsaufnahme; Bd. IV, p. 60. Harnausscheidung; p. 352. Äußere Bedeckungen.

26. B. Hatschek, »Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten a. d. Zool. Inst. d. Univ. Wien etc. Bd. I, Heft 3. 1878.

p. 101. System. Stellung.

27. A. Giard, »Les Orthonectida, classe nouv. du Phylum des Vers«. Journ. de l'Anat. et de la Phys. Vol. XV. 1879 und »The Orthonectida«. Quart. Journ. micr. sc. XX. p. 235. 1880.

System. Stellung.

28. C. H. Fernald, »Notes on the Chaetonotus larus«. The American Naturalist. Vol. XVII. Part II. Nr. 7. p. 1217—1220. Juli 1883. — Abstr. Zoolog. Jahresb. Neapel f. 1883. I. p. 188.

Nach des Autors eigener Angabe sind seine Beobachtungen in Ludwig's Arbeit enthalten. Seine beiden Holzschnitte sind theilweise missverstandene Kopien von Ludwig's Zeichnungen. Citirt sind daher nur die eine Berichtigung erfordernden Stellen.

29. A. Götte, »Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Thiere«. 1884.

System. Stellung.

30. O. E. Imhof, »Die Rotatorien als Mitglieder der pelagischen und Tiefseefauna der Süßwasserbecken. Zool. Anz. 8. Jahrg. Nr. 196. p. 325. Abstr. Zool. Jahrb. Neapel f. 1885. Vermes. p. 3.

I. maximum wird als Bewohner der Tiefen angeführt.

30a. O. E. Imhof, »Faunistische Studien in 18 kleineren und größeren österreichischen Süßwasserbecken«. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Klasse. XCI. Bd. I. Abth. p. 211 u. 225. 1885.

Chaetonotus maximus Ehrb. wird als Tiefenbewohner des Achensees angegeben.

31. W. M. Schimkewitsch, »Замѣткао новомъ видѣ Ichthydium« (Über eine neue Species Ichthydium). Mit 1 Fig. Nachr. der kais. Gesellsch. der Freunde der Naturw. Moskau. T. 50. 1. Heft. 1886. Protok. d. Zool. Abth. Sp. 148—150.

I. Bogdanovii n. sp.

32. H. Ludwig, Dr. Joh. Leunis Synopsis der Thierkunde. 3. Aufl. II. Bd. 1886. Mit 3 Holzschn. § 1308a, p. 820—822.

I. Schultzii, maximum, larus, podura.

33. Encyclopaedia Britannica. 9. Edit. Edinburgh. Bd. XXI. p. 8. 1886.

Die Gastrotrichen werden bei den Rotatorien anhangsweise erwähnt.

34. W. Reinhard, »Kinorhyncha (Echinoderes), ihr anatomischer Bau und ihre Stellung im System«. Diese Zeitschr. Bd. XLV. p. 451—454. 1887.

System. Stellung.

35. A. C. Stokes, »Observations sur les Chaetonotus«. Journ. d. Microgr. Tom XI. p. 77—85, 150—153, 560—565. 1887 und Tom XII. p. 19—22, 49—51. 1888.

Tom XI. p. 77—85. Allgemeines; p. 150. Chaet. podura Ehr.; p. 151. Chaet. sulcatus n. sp., T. I, Fig. 5; Chaet. concinnus sp. n., T. I, Fig. 6; Chaet. Slackiae Gosse, T. I, Fig. 7; p. 152. Chaet. gracilis Gosse, Chaet. brevis Ehr., Chaet. maximus Ehr.; p. 153. Chaet. squammatus Duj.; Chaet. larus Ehr., T. I, Fig. 11; Chaet. tesselatus Duj.; Chaet. hystrix Metsch.; p. 560. Chaet. loricatus sp. n., T. I, Fig. 5, T. II, Fig. 16—21; p. 561. Chaet. rhomboides sp. n., T. II, Fig. 31—35; p. 562. Chaet. spinifer sp. n., T. II, Fig. 23—27; p. 564. Chaet. acanthodes sp. n., T. II, Fig. 28—30; Chaet. octonarius, T. I, Fig. 4; Chaet. spinulosus, T. I, Fig. 2; Chaet. longispinosus, T. I, Fig. 9. Tom XII. p. 19. Chaet. enormis sp. n.. T. I, Fig. 13, 14; p. 20—22 und 49—50 Dasydytes saltitans sp. n., T. I; p. 50, 51. Chaet. formosus sp. n. ohne Fig.

I. Theil. Anatomie.

1. Methoden.

Historisches. E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 452, 453) bringt zur Sichtbarmachung der Cuticula nach Kalilauge die Haut mit Sandkörnchen in Berührung (s. Kap. Haut). H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 200) machte durch sehr verdünnte Osmiumsäure die Querstreifung des Ösophagus sichtbar. O. Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 387) suchte die »Basalplatten« der Borsten durch Zerdrücken des Thieres sichtbar zu machen. C. H. Fernald (Nr. 35, 1883, p. 1220) wendete zur Tödtung der Thiere Cyankalium an. »Um diese sich so rasch bewegenden Thiere mit größerer Genauigkeit studiren zu können, legte ich ein wenig Cyankalium unter eine Ecke des Deckblättchens. Dieses löste sich rasch, diffundirte durch das Wasser und tödtete sehr schnell das Thier, ohne eine Veränderung zu bewirken, welche beim kritischen Studium hinderlich sein könnte.«

Zur Darstellung der Wasserströme wurden allgemein nach Ehrenberg's Vorbild Indigo und Karmin im Wasser suspendirt.

Unsere Methoden werden sich nach dem zu erreichenden Zwecke verschieden gestalten.

Es ist unbedingt nöthig, das lebende Objekt zu untersuchen, wenn es sich um Körperform, Vertheilung der Wimpern und Tasthaare und Messen derselben handelt, da alle Konservirungsmittel störende Krümmungen der betreffenden Dinge bewirken. Auch das Wassergefäßsystem kann nur so studirt werden, indem man das lebende Thier einem sich steigernden Drucke unterwirft. Ich erreichte dies ohne Kompressorien, indem durch Verdunstenlassen oder Abziehen des Wassers die Schwere des Deckblättchen genügte, diesen Druck zu erzeugen. Selbstverständlich dürfen keine störenden Fremdkörper die Absicht illusorisch machen. Man kann bei zeitweiligem Wasserzusatz stundenlang solche Beobachtungen machen.

Nerven, Muskel, Ovarium, Darm und Schwanz kann man jedoch nur an präparirten Objekten untersuchen. Ich verwendete Sublimat oder Pikrinschwefelsäure (letztere bewirkt stärkere Schrumpfungen) zur Konservirung, worauf allmählich Alkohol bis 95 % angewendet wurde. Die Färbung erfolgte in Alaun- oder Pikrokarmin. In Alaunkarmin erreicht ein für ein Totopräparat bestimmtes Objekt in $^1/_2$ Stunde, ein für Schnittpräparate bestimmtes in einer Stunde die nöthige Tinktion, in Pikrokarmin in bedeutend kürzerer Zeit. Totopräparate wurden in Karbol-Glycerin eingeschlossen. Diese Objekte kann man leicht unter dem Deckblättchen alle Stadien der Konservirung Härtung und Färbung durchlaufen lassen. Soll jedoch geschnitten werden, so müssen die letzten Übertragungen in Xylol und Paraffin mittels feiner Pipetten geschehen. Ich erhielt mittels eines Jung'schen Mikrotomes Querschnitt- und Längsschnittserien in einer Schnittstärke von $^1/_{200}$, welche mit Eiweiß aufgeklebt wurden.

Für Totopräparate und namentlich zur Deutlichmachung des Gehirns wandte ich mit Erfolg Essig-Osmium nach Hertwig's Angabe an. In Pikrokarmin färben sich dann die Ganglienkerne tief roth.

Essigsäure in verdünntem Maße kann, so wie andere verdünnte Säuren, zur Sichtbarmachung von Kernen nicht verwendet werden, indem gleich darauf ein Zerfließen des Körperinhaltes eintritt, wobei mit Ausnahme des Verdauungskanales alle inneren Organe nach hinten gleiten und nach außen gepresst werden.

Will man die Thiere ganz gestreckt konserviren, so muss man ein schlankes Individuum wählen und es so lange unter dem Deckblättchen halten, bis die Lebhaftigkeit der Bewegung aufhört, dann bedarf es eines gelinden Druckes des Deckblättchens, um beim Zusetzen von Sublimat eine größere Kontraktion zu vermeiden.

Am besten erhält die äußere Form 1 %iges Goldchlorid, welches die Thiere unter den erwähnten Umständen rasch tödtet, ohne dass Zusammenziehungen oder Schrumpfungen eintraten. Das Gold ließ ich $^1/_2$ bis 1 Stunde im Dunkeln einwirken, worauf die allmähliche Reduktion in $^1/_2$%iger Ameisensäure im Tageslichte bewirkt wurde. Der Einschluss erfolgte, nach sorgfältigem Auswaschen in Wasser, in Glycerin. Die Versuche, die Thiere durch Kohlensäure, Chloroform, Osmiumdämpfe in gestrecktem Zustande zu tödten, missglückten, indem starke Kontraktionen und Verkrümmungen die regelmäßigen Resultate waren. Nur mit Chloroformdämpfen ließen sich nach etwa 15 Minuten Einwirkung einigermaßen brauchbare Präparate gewinnen.

Die Leibeshöhlenmuskeln können nur bei von den inneren Organen abgehobener Haut gesehen werden. Ich erreichte diesen Zustand durch warme Chloralhydratlösung von 30 %, welche in wenigen Minuten die nöthige Blähung bewirkte.

Nicht unerwähnt darf ich lassen, dass, wenn man einen Tropfen Wasser mit Gastrotrichen auf dem Objektträger verdunsten lässt, an den Rändern der verdunstenden Wasserfläche mitten unter den sich bildenden Kalkkrystallen die Thiere sich sammeln und eine heftige Blähung der Haut erleiden, bei der alle inneren Organe homogen werden und alles Wasser verlieren, daher stark lichtbrechend erscheinen. Es entstehen dann eine Menge Trugbilder, indem die geschrumpften Organe unter einander und an der Haut durch Fortsätze zusammenhängen und große Zellen vortäuschen können, wie sie Bütschli beschrieben hat.

2. Körperform und Wachsthum.

a. Körperform bei erwachsenen Exemplaren.

Die allgemeinen Umrisse bieten unseren Blicken eine ziemliche Gleichförmigkeit dar, in welcher das Fehlen der Schwanzgabel bei manchen Formen als das markanteste Merkmal hervortritt. Allgemein ist die langgestreckt walzenförmige Grundgestalt durch Ausbildung einer hinter dem Vorderende liegenden Einziehung des Körpers und Auftreten einer ebenen sohligen Fläche über die ganze Bauchseite gestört. Diese ebene Fläche findet sich überall gleichmäßig, die Einziehung hinter dem Kopfe ist jedoch eine wechselnd starke; es giebt Formen, welche sie kaum angedeutet, wie *Chaetonotus Schultzei* Metschn. (Taf. XV, Fig. 1), oder gar nicht besitzen, wie *Chaetura capricornia* Metschn. (Taf. XV, Fig. 22), und wieder Formen, wo durch die plötzliche Einziehung ein rundlicher wohl abgesetzter Kopf zu Stande kommt, der z. B. die *Dasydytes*-Formen (Taf. XV, Fig. 8, 20, 21) auszeichnet.

Zwischen diesen Extremen finden wir in den *Euichthydinen* alle Übergänge von allmählicher Verengung des Halses bis zur plötzlichen Einziehung im scharfen Winkel, von geringem Unterschiede in der Breite bis zur bedeutenden Differenz der Querdurchmesser. Man kann daher der leichteren Verständigung halber per Analogie von Kopf, Hals und Rumpf sprechen, zu welchen Theilen bei den *Euichthydinen* noch die Schwanzgabel kommt.

Der Kopf kann glattrandig sein oder durch Einschnitte oder Anhänge ein gelapptes Aussehen gewinnen. Der glatte Rand des Kopfes ist charakteristisch für *I. podura* O. Fr. Müller (Taf. XIV, Fig. 15), für *Chaetura capricornia* E. Metschn., *Chaetonotus tabulatus* Schmarda (Taf. XV, Fig. 9), *Chaetonotus sulcatus* Stokes und *Chaeton. Slackiae* Gosse (Taf. XV, Fig. 15). Unter diesen zeichnen sich *Chaeton. tabulatus* und *Ch. Slackiae* durch ihren parabolischen Kopf aus. Anhänge in Form eines Kopfschildes tragen die *Dasydytes*-Formen, wodurch am Kopfe drei Lappen entstehen. Davon wohl zu unterscheiden sind die Kopfformen, wo durch Einziehungen am Kopfe selbst drei Lappen hervorgebracht werden, wie bei *Chaetonotus Schultzei* E. Metschn., *Chaeton. brevispinosus* mihi (Taf. XIV, Fig. 14) und *Lepidoderma rhomboides* Stokes (Taf. XV, Fig. 4); der Kopf der letzteren Species hat so tiefe Einschnitte, dass die Lappen halbmondförmig erscheinen. Kommen zu den beiden vorderen Einschnitten noch zwei hintere seitlich hinzu, dann sehen wir den fünflappigen Kopf, wie er bei *Lepidoderma squammatum* Duj. (Taf. XII, Fig. 2) undeutlich, bei *Chaetonotus maximus* Ehrb. (Taf. XIII, Fig. 4), *Chaeton. spinulosus* Stokes (Taf. XV, Fig. 2), *Chaeton. longispinosus* Stok. (Taf. XV, Fig. 3), *Chaeton. enormis*

Stok. (Taf. XV, Fig. 16), *Chaeton. acanthophorus* Stok. (Taf. XV, Fig. 11) und *Chaeton. octonarius* Stok. scharf ausgeprägt hervortritt. Die Tiefe der einzelnen Einschnitte, die Breite und Form der Lappen geben je nach den Species charakteristische Bilder. Bei drei Formen *Dasydytes saltitans* Stok. (Taf. XV, Fig. 20), *Das. longisetosum* Metschn. (Taf. XV, Fig. 21) und *Chaetonotus formosus* Stok. setzt sich die Kopfwand über das Vorderende in Form einer chitinösen Platte, dem oben erwähnten »Kopfschild« fort.

Der Hals ist in seiner Länge und Breite von den Dimensionen des Ösophagus abhängig; wir bezeichnen nämlich als Hals das Stück des Leibes vom Kopfende bis zum Anfange des Mitteldarmes. Da der Ösophagus für jede Species eine bestimmte absolute Länge hat, gilt dies auch für den Hals.

Für die Form des Rumpfes ist die Entwicklung der Geschlechtsreife von hervorragender Wichtigkeit. Thiere, deren Rumpf sonst schlanker als der Kopf ist, erhalten einen übermäßig aufgetriebenen Hinterleib, sobald ein Ei der Reife entgegengeht, und damit ein ganz verändertes Aussehen. Fast überall zeigt der Rumpf auch bei mangelnder Eibildung eine sanfte Anschwellung gegen seine mittlere Region hin. Eine Ausnahme machen davon nur *Lepidoderma concinnum* Stokes (Taf. XV, Fig. 18 *a*), und *Chaetonotus jamaicensis* Schmarda (Taf. XV, Fig. 10), deren Seitenränder parallel verlaufen, bei letzterem sogar gleichmäßig nach hinten konvergiren können, wie eine andere Zeichnung von Schmarda angiebt.

Das Hinterende des Körpers kann in drei sehr verschiedenen Gestalten auftreten. Die einfachsten Verhältnisse zeigt *Dasydytes*; eine gleichmäßig krumme Linie schließt das Körperende ab, welches ohne Anhänge ist. *Gossea* (Taf. XV, Fig. 7) lehnt sich darin an *Dasydytes* (Taf. XV, Fig. 8, 20, 21) an, weicht aber dadurch beträchtlich ab, dass der Endtheil durch Einziehungen in einen mittleren und zwei laterale Lappen getheilt ist und jeder Lappen eigene Haarbüschel besitzt; auch bezeichnet eine seitliche Einschnürung des Hinterendes den Beginn einer somit ziemlich deutlich abgesetzten Endpartie. Alle übrigen bis jetzt bekannten Gastrotrichen haben das typisch zweigabelige Hinterende, welches wir Schwanzgabel oder Fuß nennen. Eine besondere Länge hat es nur bei *Lepidoderma rhomboides* Stokes (Taf. XV, Fig. 4 *b*) und bei *Chaet. longicaudatus* Tat., wo es sich auch durch andere morphologische Eigenschaften wesentlich von dem normalen Typus entfernt.

Die Größe der Thiere liegt an der Grenze des freien Sehens. Die wenigsten Formen überschreiten die Länge von 0,2 mm. Als Riese unter ihnen muss *Chaetonotus Schultzei* Metschn. gelten, der 0,4 mm lang wird; ihm gegenüber erscheinen *Chaetonotus spinulosus* Stokes mit 0,0675 mm und *Ch. longispinosus* Stok. mit 0,0736 mm als Zwerge, deren Länge kaum an die Breite von *Ch. Schultzei* heranreicht.

b. Körperform bei jungen Exemplaren; Wachsthum.

In dieser Hinsicht habe ich bei *Chaeton. maximus* Ehrb. genaue Beobachtungen anstellen können.

Ein Exemplar, welches vor meinen Augen das Ei verlassen hatte (Taf. XIII, Fig. 6), maß 0,1125 mm Totallänge. Es war mit einem unförmlichen Kopfe versehen, der jedoch schon die typische fünflappige Gestalt besaß. Der Rumpf war bedeutend schmäler als der Kopf, die Schwanzspitzen lang; am meisten aber fiel der ungewöhnlich lange Ösophagus, welcher in die hintere Körperhälfte hineinragte, in die Augen (Taf. XIII, Fig. 13). Durch verhältnismäßig lange Stacheln erhielt das Thier ein verändertes Aussehen. Der Darm war mit charakteristischen glänzenden Körnchen versehen, welche den Embryo auszeichnen.

Ein etwas größeres Exemplar, welches 0,1225 mm maß (Taf. XIII, Fig 12), hatte keine Spur von den erwähnten glänzenden Körnchen, dafür aber besaß es als Beweis, dass es schon selbständig Nahrung aufgenommen hatte, pflanzliche Bestandtheile in seinem hellen Darme. Dieses Thier wurde ebenfalls nach allen Organen gemessen. In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Maße einander und denen der geschlechtsreifen Thiere zur Vergleichung gegenübergestellt.

Totallänge	0,1125 mm	0,1225 mm	0,1330 mm	0,1625 mm
Breite des Kopfes	0,0250 mm	0,0250 mm	0,0250 mm	0,0250 mm
Breite des Halses	0,0150 mm	0,0150 mm	0,0150 mm	0,0175 mm
Breite des Rumpfes	0,0188 mm	0,0200 mm	0,0200 mm	—
Länge des Ösophagus vom hinteren Mundrande an	0,0500 mm	0,0500 mm	0,0500 mm	0,0500 mm
Länge des Schwanzes vom Grunde der Gabel an	0,0188 mm	0,0175 bis 0,0188 mm	0,0188 mm	0,0213 mm
Länge des Schwanzgriffels	0,0125 mm	0,0125 mm	0,0100 bis 0,0125 mm	0,0125 mm
Länge der vorderen Seitenstacheln	—	0,0100 mm	0,0100 bis 0,0113 mm	—
Länge der hinteren Seitenstacheln	0,0125 mm	0,0125 mm	0,0137 mm	0,0137 mm
Länge d. vorderen Rückenstacheln	—	0,0050 mm	0,0050 mm	—
Länge der hinteren Rückenstacheln	—	0,0113 bis 0,0125 mm	0,0100 bis 0,0137 mm	—
Länge des Flimmertrichters	0,0150 mm	—	0,0187 mm	—

Es ergab sich das überraschende Resultat, dass Kopf, Hals, Ösophagus, Schwanz und die Stacheln in allen Stadien gleich bleiben. Die Variationen, welche bei dem 0,1225 mm langen Thiere in der Schwanzlänge, bei dem Erwachsenen in der Länge des Schwanzgriffels vorhanden sind, führe ich auf die Verschiedenheit der Längenmaße für den krummen Schwanzgriffel zurück, welche verschieden ausfallen werden, je nachdem der Schwanzgriffel mehr oder weniger durch Quetschung gestreckt wird. Bezüglich der Stacheln scheint eine leichte Größenvariation vorzuherrschen.

Das größte Wachsthum muss der Mitteldarm durchmachen, der im erwachsenen Thiere doppelt so lang werden muss; auch der Flimmertrichter scheint etwas an Größe zuzunehmen, wohl um der mit der Vergrößerung der Leibeshöhle und der Organe gesteigerten Arbeit gerecht zu werden. Das Knäuelrohr des Wassergefäßsystems reicht bei jungen Thieren fast ganz bis zum Darmende, scheint also ebenfalls fast ganz fertiggestellt zu sein.

Wir können drei Sätze aus diesen Betrachtungen ableiten:

1) *Die Jugendform, obwohl der Altersform unähnlich, geht ohne Metamorphose durch einfaches Längen- und Breitenwachsthum der Rumpfregion in die Altersform über, indem Kopf, Hals, Schwanz, Stacheln und Ösophagus unverändert bleiben.*

2) *Die relativen Dimensionen einer Gastrotrichenform müssen für die Speciesbestimmung mit Vorsicht angewendet werden, namentlich gilt dies für die in früherer Zeit häufigen allgemeinen Angaben über die relativen Längen des Ösophagus und der Stacheln.*

3) *Die absolute Länge der Stacheln, des Schwanzes, des Ösophagus, sowie die Breite des Kopfes dagegen können bei der Speciesdiagnose verwerthet werden.*

Vergleichen wir die Ergebnisse mit den Befunden an den übrigen genauer untersuchten Gastrotrichen, so finden wir diese Sätze bestätigt. Meine Messungen haben ergeben, dass bei allen von mir untersuchten Formen die Breite des Kopfes und des Halses, die Länge des Ösophagus, der Stacheln und des Schwanzes konstant bleiben, wie sehr auch die Länge des Körpers schwanken möge, so dass diese Maße thatsächlich als für jede Species typische betrachtet werden müssen.

Was das Verhältnis der Körperlänge des eben aus dem Ei geschlüpften und des erwachsenen Thieres betrifft, so ist das letztere gerade doppelt so lang, als das erstere. Eine damit übereinstimmende Angabe macht Ludwig für *Chaeton. larus* (s. system. Theil); daselbst sind die jüngsten Individuen mit 0,07 mm, die geschlechtsreifen größten mit 0,15 mm Länge angegeben.

3. Haut (incl. Schuppen und Stacheln).

Historisches. C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838, p. 387) bemerkt, »auffallend ist die borstige Behaarung des Rückens bei *Chaetonotus*«, und fügt beim Genus *Chaetonotus* hinzu, dass die Borsten sich sträuben und anlegen können. F. Dujardin

(Nr. 3, 1841, p. 568) erwähnt nur, dass diese Thiere oben mit Schuppen oder Haaren bedeckt seien, und sagt von *I. squammatum*, dass es mit kurzen schuppenartigen Haaren, welche sich dachziegelig decken, versehen sei. C. v. Siebold (Nr. 4, 1845, p. 175) sagt in der Anmerkung: »Eine von der gewöhnlichen glatten Beschaffenheit der Cutis abweichende Bildung zeigt die Gattung Chaetonotus und Philodina aculeata, deren Körperoberfläche von steifen Borsten und Stacheln starrt.« M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 247) macht folgende Angabe: »Die Stacheln sind Fortsätze der Haut des Thieres, nicht in die Haut eingelenkte von derselben verschiedenen Anhänge, doch lösen sie sich in Kalisolution schneller auf als die ziemlich derbe Haut, und die beiden Schwanzspitzen, welche erst von erwärmter Lauge angegriffen werden.« F. v. Leydig (Nr. 13, 1857, p. 118) sagt bei der Haut der *Turbellarien:* »Auf die Lederhaut folgt durchweg ein flimmerndes Epithel (bei der Anhangsgruppe der *Turbellarien*, den *Ichthydinen*, ein auf die Bauchseite beschränktes).« E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 452, 453) kommt zu nachstehendem Ergebnisse: »Die Cuticula der *Ichthydinen* verhält sich gegen Reagentien genau so, wie bei den *Rotatorien* und vielen *Infusorien*, besteht also aus einer Cuticularsubstanz. In Schwefelsäure löst sie sich leicht auf, während dies in anderen Säuren, wie auch in Laugen, nicht geschieht. So darf ich wenigstens auf Grund von Untersuchungen behaupten, die ich in etwas anderer Art angestellt habe, als dies von anderen Forschern geschehen ist. Ich habe nämlich die mit Ätzkalilösung behandelten Thiere mit in dieser Flüssigkeit unlöslichen festen Substanzen, besonders feinen Sandkörnchen, in Berührung gebracht, und nun immer die sehr feine, und bei gewöhnlichen Verhältnissen unsichtbare Cuticula wahrnehmen können, indem durch den Kontakt mit Sandkörnchen die Kontouren der Cuticula deutlich wurden. Die Cuticula ist bei den meisten borstenlosen Arten noch mit feinen diagonalen Streifen versehen. Unter der Cuticula liegt eine körnige Schicht, die unmittelbar in das gleichfalls nur aus einfachen Körnchen bestehende Parenchym übergeht.« H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 195 ff.) giebt ausführliche Angaben: »Die äußere Körperoberfläche des *Chaet. larus* ist von einer feinen glashellen und homogenen Cuticula gebildet. Gegen chemische Agentien verhält sie sich, wie Metschnikoff bereits angegeben und ich bestätigen kann, so, dass Schwefelsäure sie löst, während sie der Einwirkung von Essigsäure und Alkalien widersteht. Sie ist nicht starr, sondern muss einen hohen Grad von Biegsamkeit und, wie man wohl mit Sicherheit annehmen darf, auch von Elasticität haben, da das Thier lebhafte Krümmungen auszuführen vermag. An der Mundöffnung setzt sie sich in die Mundkapsel, und weiterhin in die cuticulare Auskleidung der Speiseröhre fort. Auf ihrer Oberfläche trägt sie verschiedenartig gestaltete Anhangsgebilde, als welche sich hauptsächlich unterscheiden lassen: erstens die Rückenstachel, zweitens die Wimperhaare, drittens die Tasthaare und viertens die Endgriffel des Schwanzes« (die Beschreibung der Stacheln und der Basalplatten ist bei *Chaet. larus* wörtlich im systematischen Theil angeführt, wo auch die Stirnkappe erwähnt wird). »Hinsichtlich ihrer (der Basalplatte) Beziehung zur Körpercuticula verdient hervorgehoben zu werden, dass sie nicht eine direkte Fortsetzung derselben darstellt, sondern derselben aufgelagert erscheint; im Profil gesehen setzt sie sich deutlich von der unter ihr hinziehenden allgemeinen Körperdecke ab und unterscheidet sich von ihr, während das Verhalten gegen chemische Reagentien ein übereinstimmendes ist, durch die stärkere Lichtbrechung, welche als der Ausdruck einer größeren Konsistenz betrachtet werden darf.« »Die Stacheln vermögen keine selbständigen Bewegungen auszuführen. Die scheinbaren Bewegungen, welche man mitunter an ihnen zu beobachten glaubt, lassen sich bei aufmerksamer Betrachtung auf Krümmungen der Körperoberfläche zurückführen. Da die Stacheln fest mit jener verbunden sind; wird jede Verkleinerung des Krümmungsradius derselben den Winkel, in welchem die Stacheln von ihr abtreten, vergrößern und damit die Stachelspitzen von einander entfernen, während jede Vergrößerung des Krümmungsradius der Rückenoberfläche die entgegengesetzte Wirkung hat.« »Dieselbe (die Stirnkappe) ist eine in Fig. 15 im Profil abgebildete Verdickung der allgemeinen Körpercuticula am vorderen Pole des Thieres. Von oben gesehen hat sie (bei Chaet. larus) die Breite von 0,008 mm und nimmt von der Mundöffnung an nach dem Scheitel hin allmählich an Dicke zu, so dass sie an ihrem oberen Rande, woselbst sie plötzlich endet, die doppelte Dicke der Cuticula erreicht. Zur Entstehung der Körpercuticula und ihrer Anhänge ist eine Matrix nöthig, die angenommen werden muss, wenn sie auch nicht als distinkte Schicht oder gar in ihrer genaueren Zusammensetzung erkannt werden konnte.« p. 215 finden wir, »die bei *Chaet. larus* besprochene Stirnkappe ist ebenfalls bei *Ichth. podura* deutlich ausgebildet«. Die von O. Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 387) gegebene Beschreibung der Stacheln und Schuppen sind im systematischen Theil bei *Chaet. Schultzei* und *Chaet. maximus* wörtlich citirt. In Fig. 9 gab er eine Abbildung von sich dachziegelartig deckenden Schuppen bei *Chaet. larus*. Auch beschreibt er im ventralen Zwischenraume Borsten. Bei Pagenstecher (Nr. 25) finden wir sowohl in Bd. II, p. 90, 1877, als auch Bd. IV, p. 332, 1881 Zusammenfassungen, welche aus allen Angaben der früheren Forscher geschöpft sind. Eigene Beobachtungen fehlen. H. Ludwig (Nr. 32, 1886, p. 821) sagt nur, »die Stacheln des Rückens erheben sich auf kleinen, der Cuticula aufsitzenden Basalplatten«. Sehr kurz fasst sich A. C. Stokes (Nr. 35, 1887, p. 80) im allgemeinen Theile: »Le dos et les côtés sont diversement armés d'écailles, de poils, d'épines ou piquants et chez certains individus, à la fois d'ecailles et d'épines.« Bei der Beschreibung einzelner Species führt er von *Chaet. spinifer*, *Chaet. acanthodes* und *Lep. squammatum* (s. system. Theil) an, dass die sich dachziegelförmig deckenden Schuppen mit den freien Rändern nach vorn sähen, entgegengesetzt wie die Schuppen eines Fisches. Bei I. concinnum werden halbkugelige in schiefen Reihen stehende Papillen beschrieben. Bezüglich Beschreibung der Stacheln s. systemat. Theil bei den einzelnen Species. Von dem ventralen Zwischenraume zwischen den Bändern sagt er: »L'espace entre les bandes ciliaires est, dans la plupart des espèces, entièrement lisse et nu. Chez quelques-unes, cependant il est herissé de poils soyeux ou garni de piquants courts et recourbés. Chez d'autres encore, ces parties additionnelles sont représentées par quelques longues soies situées près de la bifurcation postérieure.«

Die Haut der *Gastrotrichen* besteht aus einer ungemein dünnen, körnigen und mit wenigen Kernen versehenen Hypodermis, deren Zellgrenzen verwischt sind, und einer gegen Essigsäure und Laugen resistenten, in stärkeren Säuren löslichen Cuticula. Wir finden weder in der syncytialen Beschaffenheit der Hypodermis noch in dem Verhalten der Cuticula irgend welche Verschiedenheiten gegenüber der Räderthierhaut.

Die Kerne sind weit von einander gelagert und spärlich zerstreut; nur unter den Flimmerbändern (Taf. XI, Fig. 5—8 *Hy*; Taf. XII, Fig. 1 *Kr*) ist eine Verdickung der Hypodermis zugleich mit größerer Anhäufung von Zellkernen bemerkbar. Auch dies entspricht ganz den Verhältnissen bei den Rotatorien, bei welchen unter dem Räderorgan eine

Hypodermisverdickung vorhanden ist; funktionell entsprechen die ventralen Flimmerbänder der Gastrotrichen dem Räderorgane der Rotatorien, bei beiden erfordert die große Arbeitsleistung eine stärkere Ausbildung der plasmatischen Unterlage.

Nur wenige Formen bewahren die Grundform der ganz glatten Cuticula; es sind dies die bis jetzt bekannt gewordenen *Ichthydium podura* O. Fr. Müller und *I. sulcatum* Stokes. Während bei allen übrigen Formen weniger die Weichheit als eine bedeutende Elasticität als Hauptcharakter der Haut zu bezeichnen ist, finden wir bei *I. podura* die Haut so weich, dass tiefe Falten (Taf. XIV, Fig. 16 *fa*) auftreten und wieder verschwinden können; im Profil täuschen sie ähnliche Wülste vor, wie sie *Chaetura* besitzt, von welchen sie sich aber wohl unterscheiden, indem sie nicht konstant sind. Konstante Einkerbungen der glatten Haut in großer Zahl und in der regelmäßigen Ausbildung von Querrunzeln zeigt das von Stokes entdeckte *I. sulcatum* (Taf. XV, Fig. 17 *a*).

Als zur Cuticula gehörig hat man außerdem die Schuppen, die Stacheln, die »Stirnkappe«, die Seitenfelder und die Endröhren oder Endgriffel der Schwanzgabel anzusehen. Die Tasthaare und Cilien, welche Ludwig auch hierher stellt, haben mit der Cuticula nichts zu thun, sie sind rein plasmatische Gebilde.

Alle *Gastrotrichen* mit Ausnahme des Genus *Ichthydium* besitzen entweder Schuppen allein, oder Schuppen, auf welchen Stacheln aufsitzen, oder nach den Angaben von Gosse und Stokes auch Stacheln allein. Letzteres glaube ich allerdings so lange, bis die fraglichen Species mit homog. Immersionen daraufhin untersucht worden sein werden, in Zweifel ziehen zu müssen und zwar mit Rücksicht auf den Umstand, dass alle von den älteren Autoren, Ehrenberg, Metschnikoff, Gosse, M. Schultze etc. beschriebenen Formen, welche nur Stacheln tragen sollten, in neuerer Zeit durch die besseren optischen Hilfsmittel als auch mit Schuppen versehen erkannt wurden. Mir selbst ist keine einzige mit Stacheln bewaffnete und zugleich schuppenlose Form untergekommen. Zur leichteren Orientirung der späteren Untersucher folgen die Namen aller schuppenlos beschriebenen Formen; es sind dies: alle Arten von *Dasydytes* Gosse, *Chaetura* Metschn.; sodann *Chaetonotus formosus* Stokes, *Ch. Slackiae* Gosse, *Ch. acanthophorus* Stokes, *Ch. longispinosus* Stokes, *Ch. Bogdanovii* Schimk., *Ch. enormis* Stokes, *Ch. spinulosus* Stokes (bis auf *Ch. formosus* auf Taf. XV abgebildet).

In dem Falle, dass meine Ansicht richtig ist, wird man sich die Entstehung der bestachelten Thiere aus den glatthäutigen Ichthydiden durch Vermittelung der mit Schuppen allein versehenen Gastrotrichenformen vorzustellen haben, indem sich auf den zum Schutze des Körpers gebildeten Cuticularplatten auch noch Erhebungen zur ausgiebigeren Abwehr entwickelten.

Die dorsale und ventrale Bekleidung ist bei allen genauer daraufhin untersuchten Species als nicht vollkommen gleich erkannt worden. Es ist nöthig, die Rücken- und Bauchfläche gesondert zu besprechen.

Dort, wo Schuppen allein vorhanden sind, pflegen sie sich dachziegelartig zu decken, wodurch manche komplicirte Zeichnung an den über einander liegenden Rändern entsteht; so z. B. bei *Lepidoderma rhomboides* Stokes (Taf. XV, Fig. 4 *c*); hier werden die Rahmen der Rhomben durch die über einander greifenden Schuppenränder, das kleine supplementäre Dreieck aber dadurch gebildet, dass jede Schuppe mit einem quer abgestutzten verdickten Rand über die Spitze der nächst hinteren Schuppe greift. Einer anderen Täuschung unterliegt der Beschauer, wenn er die Schuppen von *Lep. squammatum* Duj. (Taf. XII, Fig. 2) untersucht. Jede Schuppe besitzt einen vorn verdickten und nach abwärts schnörkelartig gerollten Rand, während sie nach hinten in eine haarscharfe Schneide ausläuft und über die nächste hintere Schuppe hinübergreift (Taf. XII, Fig. 6). Man glaubt nun, da man nur die verdickten Vorderränder erkennt, nach vorn dachziegelartig sich deckende Platten zu sehen und Stokes ist thatsächlich in diesen Irrthum verfallen; eine solche Bedeckung mit Schuppen, deren freie Ränder nach vorn sehen würden, wäre aber für das Thier beim Kriechen unter den Pflanzenresten das größte Hindernis. *Lepid. concinnum* Stokes scheint mir durch seine Papillen einen Übergang zu den bestachelten Formen zu bilden.

Die von Metschnikoff erwähnten diagonalen Querstreifen, welche er bei *Chaetura* (Taf. XV, Fig. 22) sah, sind wohl jedenfalls auf Schuppenreihen zurückzuführen.

Die Schuppen sind in ihren Formen für die Species charakteristisch. Sie sind zwar, wie ich bei *Lep. squammatum* Duj. fand, am Kopfe, Halse und Rumpfe nicht ganz gleich (Taf. XII, Fig. 7), halten sich aber in dem Rahmen einer specifischen Grundform, welche für *Lep. squammatum* Duj. in den Umrissen eines Wappenschildes, für *Lep. rhomboides* Stok. in jenen eines spitzen Rhombus besteht.

Die dorsale Schuppenbedeckung reicht bis zu den Flimmerbändern herab. Sie fehlt am Kopfschilde, den Seitenfeldern und den Endröhren des Schwanzes. Zwischen den Flimmerbändern, an der eigentlichen Ventralseite, besitzt die Haut ebenfalls Schuppen, aber von etwas anderer Form als auf dem Rücken; zudem machen die Schuppen in dem vorderen Theile schmalen queren Panzerplatten (Taf. XII, Fig. 1 *Pl*) Platz. Für drei Species von *Lepidoderma*, nämlich *rhomboides*, *concinnum* und *ocellatum* werden von Ludwig und Stokes nackte Zwischenräume angegeben. Die Anwendung moderner optischer Hilfsmittel wird auch hier einen Schuppenbeleg nachweisen.

Sowohl die Schuppen als auch die gleich zu besprechenden Stacheln sind sowohl dorsal wie ventral in alternirenden Längsreihen angeordnet, eine Stellung, welche man bei älteren Autoren als Quincunxstellung bezeichnet findet. Dies trifft in so fern nicht zu, als man es hier mit zwar alternirenden, aber schiefen Reihen zu thun hat. Es ist dies schwieriger an bestachelten als bloß beschuppten Formen zu erkennen (Taf. XII, Fig. 2). Hier sieht man leicht, dass die Reihen von vorn links nach hinten rechts (vom Beschauer aus) verlaufen und dass die Verschiebung gerade eine Reihe breit ist, so dass die mediane Reihe des Kopfes am Hinterende schon um eine Schuppenbreite nach rechts verrückt erscheint. Die gleiche Anordnung findet man an der Unterseite (Taf. XII, Fig. 1 *Sch*).

Eine durchgreifende Eigenthümlichkeit an den bestachelten Formen besteht darin, dass die Seitenränder des Körpers mit einer Reihe besonders hervortretender Stacheln, welche durch Krümmungsform oder Größe von den übrigen sich unterscheiden, besetzt sind. Ich werde sie als Seitenstacheln im Gegensatze zu den Rückenstacheln im engeren Sinne bezeichnen. Unterhalb der Seitenstacheln werden die Stacheln gegen die Flimmerbänder allmählich kleiner. Von diesen Seitenstacheln sind je nach der Species ein oder zwei, welche ihre Reihe gegen den Schwanz hin beschließen, besonders lang und stark gekrümmt. Auch ihre Entfernung von einander und von der Schwanzgabel ist für die Art charakteristisch.

Die Rückenstacheln werden in der Regel von vorn nach hinten länger. Nur von *Ch. formosus* sagt Stokes, dass dessen Hals- und Kopfstacheln stärker als die übrigen seien. Die geringste Vergrößerung ist eine Verdoppelung der Länge der Stacheln des Rumpfes gegenüber denen des Kopfes, z. B. *Ch. maximus* Ehrb.; die hinteren Stacheln können aber sogar mehr als siebenmal so lang als die Kopfstacheln werden wie bei *Chaet. persetosus* mihi (Taf. XIV, Fig. 1). Sämmtliche Stacheln sind dann entweder glatt und gleichartig, oder sie besitzen in einiger für die einzelnen Species verschiedenen Entfernung von der Spitze einen mehr oder minder stark entwickelten Nebendorn, der dann an der vorderen Seite des Stachels steht. Nur *Chaet. Schultzei* Metschn. (Taf. XV, Fig. 1 *a*) hat Stacheln, deren Nebenspitzen zu zweien rechts und links nahe der Basis angeordnet sind.

Der Stachel pflegt mit drei allmählich sich erhebenden Leisten vom Hinterrande der Schuppe zu entspringen; die eine Leiste läuft nach vorn, die beiden anderen schräg nach hinten (Taf. XIII, Fig. 8, 9, 10, Taf. XIV, Fig. 9). Selten erhebt er sich vom Centrum der Schuppe; dies ist bei *Chaet. acanthodes* Stokes (Taf. XV, Fig. 14 *a*), *Ch. brevispinosos* mihi (Taf. XIV, Fig. 12), welche einfache, ungeflügelte, runde Schuppen haben, der Fall; dann entfallen auch die drei Leisten an der Wurzel des Stachels. Die Schuppen der bestachelten Formen decken sich nur am Kopfe, ähnlich wie die von *Lepidoderma* dachziegelig, am Hinterende stehen sie ziemlich weit aus einander (siehe Taf. XIII, Fig. 8; Taf. XIV, Fig. 10, 18) und decken sich höchstens mit den Seitenflügeln. Zwischen ihnen liegt die nackte Cuticula zu Tage, welcher die Schuppen einfach aufgelagert sind (Taf. XII, Fig. 12).

Als Grundform dieser Schuppen kann eine Kreisscheibe gelten, welche an der nach hinten gewendeten Partie einen Kreissektor besitzt (*Ch. brevispinosus*, Taf. XIV, Fig. 12). Durch Verlängerung des vorderen Radius entsteht das Wappenschild (Taf. XIII, Fig. 8), nur dass hier, im Gegensatz zu der bei *Lepidoderma squammatum* Duj. gefundenen Grundform, dessen Spitze nach vorn gekehrt und dessen breiter Hinterrand eingebuchtet ist, z. B. bei *Chaet. maximus* Ehrb. Sondern sich die den seitlichen Leisten anliegenden Theile mehr von der medianen Hauptpartie, dann entstehen die geflügelten Schuppen wie die spießförmigen von *Ch. persetosus* mihi (Taf. XIV, Fig. 4) und *Ch. hystrix* Metschn. (Taf. XIV, Fig. 18), die pflugscharförmigen von *Ch. macrochaetus* mihi (Taf. XIV, Fig. 9) etc. Am Vorderende, wo die Schuppen gedrängter stehen, schließen die Flügel so an einander, dass bei manchen Formen, z. B. *Ch. persetosus* mihi (Taf. XIV, Fig. 7, 8), ein scharf ausgeprägtes diagonales Streifensystem entsteht, welches sich am Halse und Rumpfe, wo die Schuppen weiter aus einander stehen, nach und nach verliert. Bei einer einzigen Species, *Ch. acanthodes* Stokes, ist eine zur Verdickung dienende supplementäre kleinere Schuppe jeder Schuppe aufgelagert (Taf. XV, Fig. 14 *a*).

Die Anzahl der Längsreihen ist für die einzelnen Species charakteristisch. Dort, wo keine größere Längendifferenz zwischen den vorderen hinteren Stacheln als eine Verdoppelung eintritt, verlaufen die Reihen kontinuirlich zum Hinterende, an dessen zum Gabelschwanze ziehenden Abhange sie eine gleich zu beschreibende Modifikation erleiden. Die mit auffallend verlängerten hinteren Stacheln versehenen Formen aber besitzen in den seltensten Fällen intakte Reihen, wie *Ch. acanthophorus* Stokes (Taf. XV, Fig. 11), *Ch. macrochaetus* mihi. In der Regel kommen bestimmte Stacheln zum Ausfalle und es bildet sich dadurch ein für die einzelnen Species bezeichnendes Bild, welches ich in einzelnen Holzschnitten im systematischen Theile schematisirt habe. Es können dann statt der Längsreihen Querreihen entstehen, z. B. *Ch. enormis* Stokes (Taf. XV, Fig. 16), *spinulosus* Stok. (Taf. XV, Fig. 2), *longispinosus* Stok. (Taf. XV, Fig. 3). Querreihen können aber außer durch Ausfall an Stacheln auch durch eine geringere Alternirung aus den Längsreihen sich bilden, wie es bei *Ch. acanthophorus* Stok. der Fall ist (Taf. XV, Fig. 11).

Fast alle Species, welche stark verlängerte Hinterstacheln besitzen, sind in der Stachelstellung konstant zu nennen, nur *Ch. spinulosus* Stokes und *Ch. persetosus* mihi variiren; erstere, indem die Anzahl, letztere, indem die Stellung der ersten zwei Stacheln der zweiten Reihe veränderlich ist.

Der hintere Abhang des Rumpfes ist bei allen bestachelten Formen immer von der regelmäßigen Reihenstellung ausgenommen. Dies beginnt bei den zwei Schuppen, welche die hinteren Tasthaare tragen. Diese Schuppen sind meist etwas anders geformt als die übrigen (Taf. XIII, Fig. 11) und besitzen für die Basis des Tasthaares eine Schutzeinrichtung, welche aus zwei nach hinten sich allmählich erhebenden Wänden besteht, welche Wände vorn an ihrer niedersten Stelle in einem spitzen Winkel zusammenstoßen (Taf. XIV, Fig. 10*a*, 19). Hinter diesen Tastschuppen, welche bei kleinen Formen der zweiten, an die mediane anschließenden Reihe angehören und an Stelle eines großen Stachels stehen (Taf. XIV, Fig. 6), ist die Bestachelung entweder ganz abweichend, oder fehlt vollständig; letzteres bei den meisten Species mit stark verlängerten Hinterstacheln. Im ersten Falle finden wir die Stacheln entweder sehr klein, dornenartig, *Chaet. maximus* Ehrb. (Taf. XII, Fig. 10), *Ch. acanthodes* Stokes (Taf. XV, Fig. 14*a*), oder es steht über der Schwanzgabel eine Serie besonders langer Stacheln, *Ch. spinifer* Stokes. Wenn die Stacheln dort ganz fehlen, können an dem Abhange des Körpers schmale, hinten eingeschnittene Schuppen durch ihre Lagerung bestimmte Zeichnungen bilden, welche z. B. für *Ch. persetosus* mihi (Taf. XIV, Fig. 6 *L*) charakteristisch sind. An diesen langen Schuppen ist die mittlere Leiste sehr deutlich ausgeprägt.

Auf der ventralen Seite des Körpers scheidet eine quere Furche den vordersten Theil des Kopfes von den Flimmerbändern und dem von diesen begrenzten Zwischenraume (Taf. XII, Fig. 1; Taf. XIII, Fig. 1). Auf diesem abgetrennten Vordertheile des Kopfes finden sich zwei kleine spitze Kegel mit stark verdickter Cuticula (Taf. XII, Fig. 1 und Taf. XIII, Fig. 1 *Ke*). Ich glaube, dass sie als Stützen den Kopf in einer gewissen Entfernung von der Unterlage halten sollen, damit die Cilien des Kopfes in dem freien Raume ungestört arbeiten können. Diese Kegel stehen nahe beisammen zwischen Mundrohr und Querfurche.

Der ventrale Zwischenraum wird von Stokes bei manchen Species, welche Schuppen und Stacheln haben, als nackt bezeichnet; bei *Ch. Schultzei* Metschn. lässt Bütschli, bei *Ch. larus* Ludwig die ventralen Stacheln direkt der Haut entspringen. Dem gegenüber kann ich angeben, dass ich bei allen Formen, welche irgend welche Bedeckung oder Bewaffnung der Cuticula haben, bei Anwendung homogener Immersionslinsen ausnahmslos Schuppen und bei manchen sogar auf diesen sitzende Stacheln finden konnte. Die Form, Vertheilung, Anzahl der Schuppen in jeder Reihe, ob Schuppen allein oder auch Stacheln vorhanden sind, ist für jede Species konstant. Entweder ist der Vorderrand der Schuppen (*Ch. maximus* Ehrb.), oder sind die Seitenränder desselben (*Ch. persetosus*), oder sogar, als einzige Ausnahme, die Hinterränder dieser ventralen Schuppen (*Ch. hystrix* Metschn.) verdickt. Nach vorn werden die Schuppen, wie bei *Lepid. squammatum* Duj., durch quere Platten ersetzt (Taf. XII, Fig. 1 *Pl*), am Hinterende verändern sie in bestimmter Weise die Form, sie werden länger und schmäler und tragen auch dann, wenn sie an dem übrigen Felde stachellos sind (*Ch. brevispinosus, persetosus*), je einen Stachel, welche über den Körperrand hinaussehen (Taf. XIV, Fig. 5, 13). Die Einzelheiten sind im systematischen Theile genau beschrieben.

Wenn, wie bei *Ch. maximus* Ehrb. oder *Ch. hystrix* Metschn., sämmtliche ventrale Schuppen mit Stacheln versehen sind, bleiben die letzteren klein, kürzer als die Schuppen und erheben sich kaum von ihr; selbstverständlich sehen, wie am Rücken, alle Stacheln mit der freien Spitze nach hinten. Gegen den Kopf werden sie immer zarter und sind endlich kaum mehr zu erkennen.

Die dorsale und ventrale Oberfläche des Körpers zeigt also im Großen und Ganzen eigentlich die gleichen Verhältnisse; nur sind an der Bauchseite wegen der auf derselben stattfindenden Fortbewegung die Stacheln passend verändert, indem sie verkleinert sind.

Die Schuppen sind, wie Ludwig erkannte, der Cuticula aufgelagert. Man kann sich davon überzeugen, wenn man durch Essigsäure die Verbindung zwischen beiden lockert. Es genügt ein Rollen des Objektes, um einzelne Stacheln sammt ihren Schuppen abzulösen. Die Stacheln sind, wie man an großen Exemplaren deutlich sieht, bis zur Spitze hohl (Taf. XII, Fig. 12), ein Umstand, der von Siebold veranlasste, die *Gastrotrichen*-Stacheln und die Stacheln der *Philodina aculeata* zu vergleichen. Dies ist nicht zulässig. Die *Philodinen*-Stacheln sind nichts Anderes als hohle, spitz zulaufende Erhebungen der Haut, mit Plasma gänzlich angefüllt und in der Regel mit einem großen Zellkerne an der Basis versehen. Einen solchen Stachel sehen wir Taf. XII, Fig. 13 von einer Länge von 0,025 mm. Die Stacheln der *Gastrotrichen* haben kein Plasma in ihrer Höhlung; es ist ihr Hohlraum durch die Cuticula von der Hypodermis getrennt, sie sind also als reine Cuticulagebilde anzusehen.

Die Stirnkappe, von Ludwig zuerst beschrieben, ist eine den vordersten Theil des Kopfes einnehmende cuticulare Verdickung, welche bei kleineren Formen circa 0,0006 mm dick wird, bei den großen entsprechend stärker ist. Sie ist der Cuticula nicht etwa wie die Schuppen aufgelagert, sondern ein Stück von ihr selbst. Allerdings endet sie gegen hinten, wo die Schuppen beginnen, plötzlich mit abgeschnittenem Rande, so dass ihre obere Fläche höher liegt wie die weiterziehende und schuppentragende Haut (Taf. XI, Fig. 11 *Sk*; Taf. XIV, Fig. 2 *st*). Im Profile sieht man, dass diese Stirnkappe nahezu ganz nach vorn sieht und mit schwacher Krümmung zur dorsalen Seite zieht, welche in einem fast rechten Winkel an sie anstößt. Gegen den Mund verdünnt sich die Cuticula allmählich bis zu einer weichen, beweglichen Haut. Von oben gesehen endet sie hinten mit halbkreisförmigem Rande, an welchem die Sinnes- und Flimmerhaare, sowie die Stacheln oder Schuppen dicht an ihr beginnen (Taf. XII, Fig. 4 *Sk*).

Die Funktion der Stirnkappe wird in einer Schutzeinrichtung zu suchen sein. Das beim oft sehr raschen Schwimmen stets nach vorn gerichtete Vorderende bedarf einer stärkeren Panzerung für eventuelle, auch durch Funktion der Tasthaare nicht mehr zu vermeidende Zusammenstöße mit kleineren festen Körperchen.

Die Stirnkappe ist nicht der einzige Fleck der Oberfläche, wo die Stacheln und Schuppen fehlen. In der Seitenansicht zeigen sich am Kopfe, dort wo die seitlichen Tasthaare entspringen, zwei quer gestellte, elliptische, nackte Flächen (Taf. XIII, Fig. 12 f_1, f_2), welche mit der Breitseite an einander stoßen. Dort sieht man die Tasthaare inserirt. Das Fehlen der Stacheln an diesen »Seitenfeldern« erkläre ich mir so, dass dadurch die recht beweglichen Tasthaare ungehindert ihre aktiven Tastbewegungen vornehmen können; ich erinnere zur Stütze dieser Ansicht daran, dass auch die hinteren Tasthaare an freien Stellen stehen; entweder sind, wie bei *Ch. maximus* Ehrb. in ihrer Umgebung die Stacheln zu kurzen Dornen verkürzt, oder sie fehlen dort vollkommen, wie bei den kleineren Formen mit sehr langen Stacheln am Rumpfe. Formen mit überhaupt kurzen Stacheln aber, deren Tasthaare weit länger als die Stacheln sind, ändern die Bestachelung an dieser Stelle nicht.

4. Wimperhaare.

Historisches. C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838, p. 386) spricht von einem »Organo rotatorio unico, continuo, nec margine lobato« und p. 387: »Ein kreisförmiges Räderorgan dient bei *Ptygura* und *Glenophora* der Bewegung; ein bandartiges, lang-elliptisches am Bauche bei *Chaetonotus* und *Ichthydium*.« Bei *Chaetonotus* (s. system. Theil) wird mit Bestimmtheit von einer »doppelten Wimperreihe der Bauchfläche« erzählt. Von *Ichthydium podura* sagt er, dass er einige Male deutlich ein Band von Wimpern längs der Bauchfläche gesehen habe; bei dem größten beobachteten Thierchen habe er sich aber umsonst bemüht, es direkt zu erkennen, obwohl er am Munde einen deutlichen Wirbel sah. F. Dujardin (Nr. 3, 1841, p. 568) erwähnt bei der Diagnose von *Chaetonotus* nur, dass er unten mit schwingenden und sehr zarten Cilien bedeckt sei und fügt p. 569 hinzu: »mais dans le fait, les cils vibratiles de la face ventrale des Chaetonotes ne constituent point du tout un organ rotateur«. Da C. v. Siebold (Nr. 4, 1845, p. 74) die *Ichthydinen* zu den *Monotrocha* stellt, kann man annehmen, dass er mit Ehrenberg's Beschreibung einverstanden war. M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 246) behauptet von *Chaet. Schultzei* (s. system. Theil), dass die vordere Hälfte der Bauchfläche ganz mit Cilien bedeckt sei, und nur in der hinteren Hälfte zwei Cilienstreifen aufträten, welche am Schwanz in einander übergingen, auch sagt er (p. 248), der Mund wäre »von langen, zarten, unbeweglichen Härchen, 8—10 an der Zahl, umgeben«. P. H. Gosse (Nr. 18, 1864) erkannte gleich Ehrenberg zwei Cilienstreifen, so bei *I. squammatum, Chaet. larus, Chaet. Schultzei*; bei beiden *Dasydytes*-Arten, *antenniger* und *goniathrix*, sind von ihm noch besonders entwickelte Cilienbüschel am Kopf entdeckt worden, welche einen kräftigen Wirbel am Kopfe erzeugten, während ein accessorischer Strom die Seiten entlang läuft. Von der ventralen Fläche weiß er jedoch hier nur, dass sie mit kurzen Cilien, welche hinten länger werden, besetzt ist (s. system. Theil). E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 453) berichtet Folgendes: »Außerdem trägt die Cuticula noch Wimperhaare, die bei allen Arten der *Ichthydinen* auf der Bauchfläche liegen und nur bei *Cephalidium* in Form von langen Cilien auch auf dem Kopfe vorhanden sind. Die Wimperhaare sind entweder in der von M. Schultze für seinen *Chaet. maximus* (s. *Chaet. Schultzei*) angegebenen Art gebildet, oder zu einem einfachen Überzuge gleicher Haare entwickelt. Durch die Thätigkeit dieser Bauchwimpern wird ein Strudel der umgebenden Flüssigkeit erregt, und selbst dann, wenn unsere Thiere im Ruhezustande verweilen.« H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 197) giebt folgende Schilderung: »Die Wimperhaare des *Chaetonotus larus* sind in der für die Gastrotricha charakteristischen Weise auf die Bauchfläche beschränkt. Sie haben eine ziemlich ansehnliche Länge, 0,008—0,009 mm, und schlagen sehr lebhaft von vorn nach hinten. Dadurch dienen sie einestheils als Bewegungsorgane, anderentheils wird dadurch ein Wasserstrom erzeugt, welcher von vorn nach hinten an der Mundöffnung vorbeizieht und dadurch zur Nahrung brauchbare Theilchen in den Bereich des Mundes bringt.« Er findet nun vier Längsstreifen von Cilien und vermisst den von M. Schultze behaupteten Übergang der Cilienreihen am Hinterende (s. system. Theil, *Chaet. larus* und *I. podura*). O. Bütschli (Nr. 24, 1876) dagegen sieht bei *Chaet. Schultzei* und *Chaet. maximus* nur zwei Cilienbänder mit feiner Querstreifung und die um den Mund stehenden zahlreichen Cilien, welche er vielleicht als Fortsetzung der Cilienbänder ansieht (s. system. Theil, *Chaet. Schultzei*). C. Fernald (Nr. 28, 1883, p. 1217) wiederholt nur Ludwig's Angabe von den vier Bändern. H. Ludwig Nr. 32, 1886, p. 821) fasst sich kurz so: »die Wimpern der Bauchfläche stehen in Längsstreifen«. A. C. Stokes (Nr. 35, 1887, p. 81) giebt folgende Angabe: »Immédiatement derrière l'anneau oral, une ou plusieurs lignes de cils vibratiles s'étendent à partir des bandes latérales, en travers de la surface ventrale (pl. I, fig. 5). Cette disposition existe dans toutes les espèces. De chaque côté de l'annéau oral, chez plusieurs espèces, il y a une touffe de cils courbés qui plonge et se mèle dans les touffes frontales de poils tactiles placées de chaque côté de la tête. Leur function parait être d'aider à produire un courant pour pousser devant la bouche les particules alimentaires.« Bei *I. sqammatum* (s. system. Theil) erklärt er als Funktion der am Kopfe stehenden Wimpern die Erzeugung eines Stromes zur Herbeischaffung der Nahrung, während die beiden ventralen Streifen der Lokomotion dienen sollten. Bei *Dasydytes saltitans* werden ebenfalls zwei ventrale Cilienbänder, und am Kopfe zwei ringförmige Reihen von schwingenden Cilien beschrieben. Im Allgemeinen Theile, p. 81, drückt er sich bezüglich der Flimmerbänder folgendermaßen aus: »Chez toutes les espèces à écailles dorsales ou à poils soyeux, ces appendices s'étendent ordinairement sur la face ventrale jusqu'a la marge externe de chaque bande ciliaire. Les dernières sont, de règle, au nombre de deux seulement. Dans une forme Chaet. larus, il y en a quatre, et, même chez celle-ci, d'après mes observations, il y en a aussi souvent deux que quatre. Les bandes s'étendent près des bords latéraux de la surface ventrale aplatie, depuis le voisinage de la bouche jusqu'à la fourche caudale, et ne servent qu'à la locomotion.«

Wir müssen hier die Wimpern der Rücken- und der Bauchfläche getrennt besprechen.

Der Wahrheit bezüglich der Vertheilung der Wimperhaare an der Bauchfläche ist Bütschli am nächsten gekommen. Die Wimpern stehen in zwei Längsbändern und zwar querreihig in regelmäßigen Abständen. Als Beispiel wollen wir ein *Lepidoderma squammatum* Duj. betrachten (Taf. XII, Fig. 1). Erst bei homog. Immersion werden die von Bütschli angegebenen Querstreifen der Bänder in Reihen von Cilien aufgelöst, deren Basen auf einem schuppenlosen Felde als stark lichtbrechende Kreise erscheinen. In jeder Querreihe stehen gegen 11 Haare (bei *Ch. brevispinosus* mihi zählte ich 11—14), und an einem Präparate, an dem der ganze Streifen 0,068 mm lang war, fanden sich 66 solcher Querreihen, so dass auf einen 0,1 mm langen Flimmerstreifen 96 Querreihen kommen würden, was einer Zahl von über 1000 Haaren an einem Bande entsprechen würde. Unter diesem Felde ist die unter der Cuticula liegende Plasmaschicht stärker als gewöhnlich und enthält die Zellkerne in gehäufterer Menge, als anderswo (Taf. XII, Fig. 1, linkes Band). Am hinteren Ende wird das Band allmählich von der Beschuppung der übrigen Körperoberfläche eingeengt und hört zugespitzt auf. Weder hinter diesem spitzen Ende noch zwischen den beiden Bändern ist am Körperende eine Cilie zu finden, welche als ein Übergang zwischen den beiden zu deuten wäre, überall sind sie durch einen 0,0075 mm breiten, beschuppten Streif getrennt. Am Vorderende hört jedes Flimmerband plötzlich an der erwähnten langen Querfurche auf. Der vor ihr liegende Theil des Kopfes ist in der Mitte gänzlich cilienlos, nur an den Seiten sieht man von dem Mundtastbüschel eine unregelmäßige Reihe von lebhaft nach hinten schlagenden Haaren schräg gegen den äußeren Rand jedes Flimmerbandes ziehen (Taf. XII, Fig. 1 *h Ci*).

Von der hier gegebenen Beschreibung weichen die übrigen *Gastrotrichen* nur in der Anordnung der Cilien am Kopfe ab; am Hinterende sind die Cilienbänder aller Thiere ganz gleich beschaffen. Nirgends fand ich mehr als zwei Bänder und die von Ludwig beschriebenen vier Cilienstreifen sind seither nicht wieder gesehen worden; Fernald und Stokes haben Ludwig's Angabe einfach aufgenommen; ich kann dies um so sicherer behaupten, als beide den *Chaetonotus larus* gar nicht gesehen, sondern die mit nur zwei Bändern versehene Form *Chaet. brevispinosus* damit verwechselt haben, welche ich aus eigenem Augenscheine kenne. Da ich die von Ludwig beschriebene Form, *Chaeton. larus* O. Fr. Müller, selbst nicht auffinden konnte, bin ich nicht in der Lage, mit Sicherheit behaupten zu können, dass hier ein Irrthum vorliege, doch möge es mir gestattet sein, meine Vermuthung auszusprechen, dass Ludwig, als er seine Beobachtung machte, die Ränder der beiden Bänder in stärkerer Thätigkeit sah, was bei einigem Drucke des Deckblättchens eintritt. Bei schwächerer Vergrößerung entsteht der Eindruck von vier gesondert liegenden Flimmerstreifen. Es wäre das geschilderte Vorkommen von vier Streifen jedenfalls sehr auffallend, wenn wir betrachten, dass nach und nach die früheren ungenauen Angaben von einer ganz oder theilweise flimmernden Unterseite, wie wir sie bei M. Schultze, E. Metschnikoff, bei Gosse für seine *Dasydytes*-Arten finden, in neuerer Zeit dahin richtig gestellt wurden, dass überall zwei Längsbänder von Cilien anzutreffen sind.

Nun zu den Unterschieden bezüglich der Cilien des Vorderendes.

Chaetonotus maximus Ehrb. weicht mit allen übrigen, mir durch Augenschein bekannten Formen darin von *L. squammatum* ab, dass hinter der genannten Querfurche beide Bänder verschmelzen. Die inneren Ränder derselben laufen im Bogen der anderen Seite zu und begrenzen zugleich mit der Querfurche ein aus ebenfalls quergestellten Reihen zusammengesetztes schmales Verbindungsband, dessen Cilien gleich denen der Längsbänder nach hinten schlagen (Taf. XIII, Fig. 1). Diese Anordnung hat im Vereine mit einer optischen Täuschung M. Schultze veranlasst, seine *Chaetonotus* im vorderen Theile ganz bewimpert sein zu lassen. Da die Wimpern sämmtlich sehr lang sind, bei *Chaetonotus maximus* maßen sie gleichmäßig 0,0125 mm, bei dem bedeutend kleineren *Ch. larus* nach Ludwig 0,008—0,009 mm (ein Längerwerden derselben nach hinten, von welchem Gosse spricht, ist nicht zu sehen, wofern man nicht die vor der Querfurche stehenden schrägen Cilienstreifen in die Vergleichung einbezieht), so reichen sie beim Zurückschlagen weit nach rückwärts und erzeugen durch ihre durch das ganze Haar laufende peitschenartige Bewegung auch weiter hinten noch den Eindruck einer vollständig flimmernden Fläche. Will man sich durch Einstellen auf die als scharfe Punkte erscheinenden Insertionen der Haare die Begrenzung dieser Cilien feststellen, so fällt man im Anfange der Täuschung zum Opfer, welche die Struktur des gleich unter der Haut liegenden Ösophagus verschuldet. Die radiären Fasern desselben erscheinen im optischen Querschnitte und sehen den Insertionen der Cilien zum Verwechseln ähnlich, so dass man, wie Schultze, die Cilien bis zum Ende des Ösophagus gehen zu sehen meint.

Sehr gewaltige Cilienbüschel besitzen *Dasydytes goniathrix* (Taf. XV, Fig. 8) und *Gossea antenniger* (Taf. XV, Fig. 7), beide Species von Gosse entdeckt und leider seither nicht wieder gefunden. Sie sollen zu beiden Seiten des Kopfes stehen, doch fehlt jede nähere Angabe, so dass wir keinen Anhaltspunkt haben, sie mit den Cilien der *Euichthydinen* zu vergleichen. Interessant erscheint es, dass sie es sein sollen, welche starke Wirbelströme zu jeder Seite des Kopfes, gleich denen der Räderthiere, erzeugen sollten. Diese beiden Thiere unterscheiden sich darin von den höher differenzirten Formen wesentlich, wie wir gleich sehen werden. Am auffallendsten aber ist die Bewimperung bei *Dasydytes longisetosum* Metschn. (Taf. XV, Fig. 21) und *Das. saltitans* Stokes (Taf. XV, Fig. 20). Erstere Form besitzt einen ganz bewimperten Kopf, letztere jedoch, wie Stokes versichert, zwei rings um den Kopf laufende, hinter einander liegende Ringe von langen Cilien, von denen die der vorderen Reihe nach hinten, die der hinteren Reihe nach vorn schlagen. Diese Verhältnisse werden im allgemeinen Theile ihre Würdigung finden.

Die Funktion der Wimpern am Gastrotrichenkörper wird von Stokes so gedeutet, dass die ventralen Bänder die Lokomotion, die Kopfcilien aber eine Strömung zu besorgen hätten, welche die Nahrungskörperchen vor den Mund zu bringen haben. Für die *Euichthydinen* steht die Sache in Wirklichkeit folgendermaßen:

Durch im Wasser vertheilte Karminkörperchen kann man sich überzeugen, dass den ventralen Bändern ein größerer Einfluss bei Herbeiziehung der Nahrung eingeräumt ist, als Stokes glaubt. Die Fig. 12 auf Taf. XI zeigt uns eine Abbildung eines lebenden *Ch. maximus* Ehrb. von der Unterseite, während der Cilienaktion. Links und rechts vom Halse treffen wir zwei Wirbel, deren Centren 0,025 mm von der Körpermitte des *Chaetonotus*, also 0,05 mm von einander entfernt, beiläufig in der Mitte der Halslänge liegen. Diese Wirbel sind nur die Querschnitte eines einzigen, der sich in Form eines Halbringes quer über die Bauchfläche bis zu den Seitenflächen erstreckt; er reicht, da der Rückenseite an dieser Stelle Cilien fehlen, nicht über dieselbe. Würden nicht die Cilien dieses Theiles der ventralen Bänder, sondern die Cilien des Kopfes diesen Wirbel verursachen, so müssten die Centren zu den Seiten des Kopfes gelegen sein. Darin liegt auch ein Unterschied bezüglich der

Räderthiere, wo die Wirbel vor dem Munde gelegen sind und erst die denselben verlassenden Körperchen in den Mund gelangen. Die von vorn allmählich zu diesem Wirbel heranziehenden Körnchen müssen an dem Kopfende vorbei. Hier zeigen nun die sichelförmig nach vorn gekrümmten Cilien in der Nähe des Mundes, welche starr gehalten und beim Schwimmen als fakultative Tastorgane fungiren, eine sonderbare Thätigkeit, sie stoßen nämlich mit kurzen Schlägen Körperchen vor die Mundöffnung. Vielleicht haben sie als Tasthaare eine gewisse Auswahl unter den vorbeistreichenden Körperchen zu treffen? Aber auch einige der vorderen Cilien aus der schräg zu den Flimmerbändern laufenden Reihe stehen anders als beim Schwimmen, sie ragen mit nach vorn gekrümmter Spitze quer hinaus und schleudern die strömenden Körperchen den sichelförmigen Haaren zu; die übrigen des anderen und des seitlichen Büschels schlagen einfach nach hinten und befördern unbrauchbare Körper in diese Richtung. Auch die großen seitlichen Tasthaare haben eine andere Aktion als beim Schwimmen; sie, die sonst quer abstehend nach vorn gekrümmte Enden haben, und nur leicht zitternde Bewegung zeigen, schlagen deutlich, allerdings langsamer als die Bauchwimpern, nach hinten. Die aus dem Wirbel sich loslösenden Körperchen eilen, wie schon Gosse sah, durch die Bauchbänder nach hinten getrieben, gegen den Schwanz an dem Körper herab. Mitunter kommt es bei stark aufgetriebenem Rumpfe hinter der größten Erweiterung desselben in dem eingebuchteten Theile zu einem zweiten accessorischen Wirbel.

5. Wassergefäßsystem.

Historisches. M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 60) versichert mit Bestimmtheit, »Zitterorgane, welche auf ein Wassergefäßsystem schließen ließen, fehlen sicher«. Das Verdienst, das Wassergefäßsystem der Gastrotrichen zuerst gefunden zu haben, gebührt P. H. Gosse (Nr. 18, 1864), welcher es bei *Chaet. larus* (p. 394), *Chaet. Slackiae* (p. 398) und *Dasydytes antenniger* (p. 402) beschreibt (s. system. Theil). Aufmerksam zu machen wäre auf seinen Versuch, kontraktile Blasen, ähnlich wie bei den Räderthieren, aufzufinden und auf die besondere Länge, welche den Kanälen bei *Chaet. Slackiae* zugeschrieben wird (vgl. Taf. XV, Fig. 7, 15). H. Ludwig Nr. 23, 1875, p. 202) beschreibt glänzende Körperchen in den Darmzellen (s. Kap. Verdauungskanal, c. Mitteldarm), deren Deutung ihm Schwierigkeiten bereitet; er meint, dass man vermuthungsweise an Ausscheidungsprodukte denken könne. Bei O. Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 389) finden wir Folgendes darüber: »Von sogenannten Wassergefäßen wurde bis jetzt bei unseren Thieren nichts gefunden, dieselben sind jedoch bei Chaet. maximus nicht allzu schwer wahrzunehmen. Jederseits neben dem Anfangstheil des Darmes liegt ein zu einem länglichen Knäuel verschlungenes Gefäß von ähnlicher Beschaffenheit wie bei vielen *Räderthieren*. Von Flimmerung und inneren Mündungen habe ich an demselben nichts gesehen, auch über die äußere

Mündung bin ich nicht ganz im Klaren, jedoch sah ich mehrfach von jedem Knäuel ein Gefäß gerade nach vorn laufen, und in der Gegend des vorderen Darmendes plötzlich endigen, wahrscheinlich mündet es hier auf der Bauchseite.« H. A. Pagenstecher (Nr. 25, 1881, IV, p. 60) führt bei den Organen der Harnabscheidung die eben erwähnte Angabe Ludwig's bezüglich der glänzenden Körnchen an und setzt hinzu: »Solche Körnchen finden sich gleich zahlreich, aber kleiner schon bei den Embryonen. Man kann die Ähnlichkeit mit der oben geschilderten Erscheinung bei unfertigen Räderthieren nicht verkennen.« Sodann erwähnt er die von Bütschli entdeckten paarigen Knäuelgefäße. Ludwig gab seine Vermuthung bezüglich der glänzenden Körnchen nach Bütschli's Entdeckung auf, wie die Stelle in Nr. 32, 1886, p. 821 beweist: »Exkretionsorgane sind bis jetzt nur bei einer Art in Gestalt zweier aufgeknäuelter Gefäße nachgewiesen, aber noch nicht genauer bekannt.« W. M. Schimkewitsch (Nr. 31, 1886, p. 149) beschreibt bei *Chaet. Bogdanovii* eine im hinteren Körperdrittel in der dorsalen Region gelegene kontraktile Blase und meint, dass Bütschli die ausführenden Kanäle unrichtigerweise so genannt habe, da die Öffnung der pulsirenden Vacuole nur im hinteren Körpertheile, wahrscheinlich über dem Anus, gelegen sein könne. Auch bei *Chaet. larus* sei diese Blase vorhanden (s. system. Theil). A. C. Stokes (Nr. 35, 1887, p. 84) sagt im allgemeinen Theile Folgendes: »Le système vasculaire aquifère ne parait pas différer de ce qu'il est chez les *Rotifères*, en ce qui concerne les canalicules. La vésicule contractile et l'entonnoir cilié des *Rotifères* manquent, mais les longs tubes, étroits, souvent très circonvolutés, sont ciliés à l'intérieur comme chez les *Rotifères*. Chez le *Chaet. maximus* Ehrb., Bütschli les représente comme consistant en deux groupes de tubules, situés un de chaque côté de l'intestin, antérieurement, et prenant, postérieurement une direction courbe en travers de ce conduit. Je les ai observés chez le *Chaet. rhomboides*, ou ils ont un aspect beaucoup plus simple. Dans la Pl. I, fig. 1 *w*, les tubules du Chaet. maximus sont représentés.« Bei *Ichth. rhomboides* (s. system. Theil) findet man die Angabe, dass er, da er die Wimperung nur auf einer kleinen Strecke gesehen, und so unvollständig studirt habe, ihre unzweifelhafte Existenz nicht angeben könne.

Das Wassergefäßsystem kommt allen von mir untersuchten Formen in gleicher Weise zu. Es lässt sich am besten an einem lebenden und stark gequetschten Thiere, welches geringe Eientwicklung besitzt, studiren (Taf. XII, Fig. 5); an Totopräparaten ist nur der flimmernde Abschnitt durch seine starke Lichtbrechung deutlich, an Schnitten sind mitunter auch die Lumina der Röhrchen und die Zellkerne kenntlich. Dieses Exkretionssystem liegt zu beiden Seiten der vorderen Darmhälfte und besteht aus drei Theilen: einem Flimmerrohr, einem vielfach gewundenen und verschlungenen, weichen Kanale und einem daraus hervorgehenden kurzen Endstücke. Diese Theile sind, da sie in verschiedenen Ebenen sich ausbreiten, nicht in einer Bildebene sichtbar und man erkennt, dass auch das gewundene Rohr in verschiedenen Niveaus sich aufknäuelt und im Allgemeinen drei solcher Horizonte zu durchforschen sind. In jenem, welcher dem Rücken am nächsten liegt, finden wir nur wenige Schlingen dieses blassen, zarten Rohres, der mittlere Horizont zeigt aber eine ungemein reichliche und verwickelte

Schlingenbildung. Das Konvolut dieses Kanales füllt am ungequetschten Thiere den ganzen Leibesraum zwischen Darm und Körperwand aus (Taf. XI, Fig. 3 *Wa*); nach Quetschung sieht man diese beiden Theile so weit aus einander gedrängt, dass frei zwischen ihnen liegend die große Masse des Exkretionssystems zu Tage tritt. An diesem bedeutendsten Theile des Wassergefäßsystems fällt uns sofort eine bei Streckung des Körpers gerade nach vorn laufende und sich von der übrigen Masse ablösende Partie (Taf. XII, Fig. 5 *Schl*), welche in der Höhe des Ösophagus aufhört, in die Augen. Sie scheint dort zu enden und den Ausführungsgang der großen aufgeknäuelten Masse vorzustellen. Genaue Untersuchung lehrt uns, dass wir es hier nicht mit einem einfachen Kanale, sondern mit einer Schlinge zu thun haben, deren beide Schenkel eng an einander geschmiegt sind. An der Umbiegungsstelle wird die Schlinge durch ein zartes, spitz zulaufendes Bändchen im vorderen Theile des Körpers befestigt, wodurch bei Streckung des Thieres auch die Schlinge ganz gerade gestreckt wird, bei Verkürzung des Körpers in zarten Wellenlinien verläuft oder sogar um sich selbst eine kleine Doppelschlinge bilden kann. Der eine der nach hinten laufenden Schenkel zieht weit zurück und biegt in einer oft am weitesten nach hinten gelegenen Schlinge gegen die große Masse des Exkretionsorgans und verliert sich in dem Gewirre des verknäuelten Röhrchens. Der andere Schenkel löst sich schon früher von seinem Begleiter und geht vorn in das Labyrinth des Organs ein. Die verschlungenen Theile des Exkretionsapparates liegen da so dicht an einander, dass sie bis auf einzelne vorstehende Schlingen, wie man sie nach vorn und hinten herausstehen sieht, eine einheitliche, von Lumina durchzogene Masse zu bilden scheinen, bis man bei sehr starker Quetschung für jedes Lumen auch eine eigene Wand sehen kann. Häufig kann man Reihen von glänzenden Körperchen, vermuthlich Exkretionsprodukte, erkennen, welche in den Wandungen abgelagert sind und die Lumina in ihren Schlängelungen begleiten. Sie sind von allen Körnchen im Organismus die stärksten und dunkelsten; die Körnchen des Eies sind zerstreut, kleiner und zarter, die des Darmes kleiner und lichter als sie. Mitten in dieser Masse, der Längsrichtung des Körpers parallel, liegt ein circa 0,019 mm langer schmaler, matt glänzender, von seiner Umgebung dadurch wohl unterschiedener hohler Stab, in dessen Hohlraum lebhafte Flimmerung sichtbar ist, welche vom vorderen nach dem hinteren Ende geht. Die Größenverhältnisse sind so winzige, dass ich nicht entscheiden konnte, ob eine einzige lange Flimmer, beziehungsweise ein langes Flimmerbüschel, oder eine Reihe von hinter einander stehenden Flimmern diese Erscheinung hervorbrachten. Bei starker

Quetschung trat eine Lageveränderung ein, indem das Stäbchen sich schief gegen die Körperlängsachse stellte, wie in Taf. XII, Fig. 5 auf der linken Seite dargestellt ist. Diese Verschiebung gestattet auch festzustellen, dass das freie Ende des Stabes vorn, der Übergang in das gewundene Rohr hinten zu finden ist. Das freie Ende ist mit gerundeter Linie geschlossen. Das Stäbchen unterscheidet sich in seiner Konsistenz wohl von dem geschlungenen Kanal; wenn der letztere schon zersetzt ist, flimmert das Stäbchen noch lebhaft, wenn auch nur mehr kurze Zeit.

Gegen die ventrale Seite in dem dritten Horizonte liegen nur verhältnismäßig wenige Schlingen. Gegen die Medianlinie zu löst sich von ihnen ein kurzes Röhrchen los, welches in S-förmiger Krümmung erst nach vorn, dann nach hinten sich windet, in kurzem Bogen gegen die Mediane sich wendet und unter dem Darm verschwindet. Die Ventralseite zeigt uns, dass wir es nur auf kurze Strecke mehr verfolgen können, da es sich der Unterseite immer mehr nähert und knapp an der inneren Grenze der Flimmerbänder etwa an der Grenze der vorderen und hinteren Darmhälfte nach außen mündet (Taf. XI, Fig. 7; Taf. XII, Fig. 5 *Md*). Wir müssen uns also den Bau dieses Organs folgendermaßen vorstellen. Das Exkretionsorgan beginnt mit einem langen stabförmigen Flimmertrichter, dessen freies Ende nach vorn sieht und in welchem eine nach hinten gehende Flimmerung auftritt. Hinten geht er in den aufgeknäuelten weichen, vielverschlungenen Kanal über, der ihn mit seinen Windungen einhüllt und in seinen Wänden die von mir als Exkrete gedeuteten Körnchen besitzt; er erstreckt sich in einer langen Schlinge sehr weit nach vorn und öffnet sich endlich getrennt von dem der anderen Seite an der Bauchfläche nach außen. Durch Verschiebung des ersten Schlingenknäuels nach vorn kann es vorkommen, dass man die äußere Mündung hinter der letzten Schlinge findet.

Das Wassergefäßsystem zersetzt sich sehr rasch und wenn nach längerem Stehen noch z. B. alle Darmzellen unversehrt sind, ist das Lumen des Kanales nicht mehr zu erkennen und nur feine Körnchen liegen an Stelle des komplicirten Organs.

Die Funktion dieses Apparates ist zweifellos die der Exkretion und zwar dürfte der große »Flimmertrichter« die Stromrichtung zu bestimmen und zu erhalten haben, während vielleicht von der ganzen Kanalwand aus endosmotische Beziehungen zu der Leibeshöhlenflüssigkeit bestehen; es wäre sonst die übergroße Entwicklung des gewundenen Theiles nicht zu erklären, wenn dieser nur als Ausführungsgang für die beim Flimmertrichter eingeführten Auswurfsstoffe zu dienen hätte.

Die hier dargelegten Verhältnisse stimmen am meisten mit der von

Bütschli gegebenen Beschreibung überein. Die Differenz zwischen unseren Schilderungen liegt in drei Punkten. Erstens erkannte Bütschli den Flimmertrichter nicht, zweitens hielt er die lange vordere Schlinge für den Ausführungskanal und drittens zeichnet er in Fig. 6 seiner Taf. XXVI ein mächtiges, quer gegen die Mediane stehendes Konvolut von Kanalschlingen, welches den von mir untersuchten Thieren fehlt. Da mir *Chaet. Schultzei* Metschn., an welchem Bütschli studirte, nicht zur Verfügung stand, kann ich annehmen, dass diese merkliche Abweichung vom gewöhnlichen Typus eine Eigenthümlichkeit dieser Species sei. Die zwei ersten Punkte sind durch meine Untersuchungen ergänzt und richtig gestellt. Bei Gosse's Beobachtungen haben sich einige Fehler eingeschlichen, welche bei der Schwierigkeit der Untersuchung sehr leicht zu erklären sind; er hielt Spalten zwischen den Organen für Fortsetzungen der Kanäle und sah diese daher durch das ganze Thier entlang sich erstrecken. Ferner hatte er das Bestreben kontraktile Blasen nachzuweisen, daher er verleitet wurde, zwei solche am Kopfe des *Chaet. Slackiae* zu sehen (Taf. XV, Fig. 15); doch ist schon die Angabe, dass die Kanäle nicht mit ihnen zusammenhängen sollten, hinreichend, die Deutung Gosse's zurückweisen zu dürfen. Diese hellen, blasigen Räume sind eben so wenig kontraktile Blasen, wie die Blase, welche er bei *Gossea antenniger* (Taf. XV, Fig. 7) am hinteren Ende des Kanales zu sehen vermeinte, sondern sind auf blasige Veränderungen innerer Organe zurückzuführen, welche sehr leicht bei zu starkem Druck oder bei Mangel an frischem Wasser vor dem Absterben des Thieres auftreten. Kontraktile Blasen sind nicht vorhanden; dies kann ich auch der Angabe von Schimkewitsch gegenüber festhalten. Schimkewitsch hat bei *Chaeton. Bogdanovii* am Rücken des hinteren Körperdrittels eine helle Blase gesehen (Taf. XV, Fig. 6); er nennt sie kontraktil. Diese Blase ist bei geschlechtsreifen Individuen thatsächlich leicht zu finden, doch hat Schimkewitsch gewiss nie eine periodische Kontraktion daran beobachtet, da wir es hier mit dem großen, wasserhellen Eikern zu thun haben. Selbstverständlich kann diese »kontraktile« Blase auch bei *Chaet. larus* auftreten. Wenn nun Schimkewitsch sich berufen fühlt, in Bütschli's schönen Untersuchungen Fehler zu verbessern, so muss ich bemerken, dass Bütschli's Beobachtungen weitaus die besseren waren, sie waren eigentlich nur unvollständig; Schimkewitsch hat jedoch einen bei einiger Sorgfalt leicht zu vermeidenden Fehler begangen, dessen Folge war, dass er über die Mündungsart der Kanäle eine ganz falsche Vorstellung sich aneignen musste. Stokes hat bei *Lepidod. rhomboides* auf eine kurze Strecke Flimmerung beobachtet, konnte sich jedoch keine Klarheit verschaffen; er scheint zudem auch von den Wassergefäßen der *Rotiferen* eine ganz irrige Ansicht zu haben, wie könnte er sonst sagen, dass zwar Flimmertrichter und kontraktile Blase bei den *Ichthydinen* fehlen, die langen, engen, oft sehr gewundenen Röhren aber im Inneren wie bei den *Rotiferen* gewimpert seien. Wir kennen keine wimpernden Röhren bei den *Rotiferen.*

Das Wassergefäßsystem der *Gastrotrichen* steht tiefer als das der *Rotatorien* und höher als das der *Echinoderen.* Letztere besitzen einen innen ganz bewimperten einfachen Schlauch, bei den *Gastrotrichen* ist die Wimperung auf den Anfangstheil beschränkt und dieser Anfangstheil ist in seinem Bau in bezeichnender Weise differenzirt. Im Vorhandensein dieses einzigen langen Flimmertrichters liegt eines der Unterscheidungsmerkmale gegenüber den *Rotatorien*, die mit mehreren Wimperorganen versehen sind. Ein anderes Merkmal liegt in dem konstanten Fehlen der kontraktilen Blase und in den getrennten, ventralen Mündungen der Kanäle, welche sich nie, wie bei den *Rotatorien,* mit dem Enddarm oder den Ausführungsgängen der Geschlechtsorgane in Verbindung setzen.

Die isolirte Mündungsart erinnert an die von *Rhabdocoelen*, wie *Derostomum* oder *Prorhynchus.*

6. Nervensystem.

Historisches. M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 249) sagt darüber: »Von Nerven und Gefäßen konnte keine Spur aufgefunden werden.« Auch Metschnikoff (Nr. 9, 1864) fand es nicht, doch meint er (p. 453), »dasselbe (dass ein Muskelsystem nicht nothwendig gefunden werden müsse) könnte man in Betreff des Nervensystems sagen, wenn nicht in unserem Falle die scheinbare Abwesenheit desselben mit der ansehnlichen Entwicklung der Sinnesapparate im Widerspruch zu stehen schiene«. Gosse (Nr. 18, 1864, p. 401) beschreibt bei *Gossea antenniger* ein kugeliges unsymmetrisch gelegenes Körperchen am Ösophagus als Gehirn. Auch Ludwig (Nr. 23, 1875) brachte keine Aufklärung: »damit kommen wir zum dunkelsten Winkel in unserer Kenntnis von der Organisation des *Chaetonotus*, denn es gelang mir eben so wenig wie irgend einem der früheren Beobachter, irgend etwas aufzufinden, was mit Sicherheit als nervöser Apparat angesprochen werden könnte. Allerdings schien mir mitunter in dem vorderen Körperabschnitt über dem Ösophagus ein rundliches Gebilde in seinen Kontouren sich darzustellen (wie ich dies in Fig. 15 angedeutet habe), aber ich vermochte weder dieses Bild bei den zahlreichen untersuchten Individuen regelmäßig an derselben Stelle und in derselben Form wiederzufinden, noch konnte ich mich überhaupt davon überzeugen, dass die kreisförmige ungemein zarte Linie, in der sich jenes fragliche Gebilde von oben, oder die elliptische Linie, in welcher es sich von der Seite gesehen repräsentirt, wirklich die Begrenzung eines bestimmten Organs darstellt. Dass bei solcher Sachlage von der Behauptung, man habe hier das centrale Nervensystem vor sich, gänzlich abgesehen werden muss, ist selbstverständlich. Indessen werden wir auf diese Frage später bei der Schilderung des Baues des *Ichthydium podura* nochmals mit einigen Worten zurückkommen müssen«. Daselbst heißt es: »Von einem centralen Nervensystem konnte ich noch weniger als bei *Chaet. larus* auffinden; nicht einmal das dort gesehene fragliche rundliche Gebilde über dem Ösophagus fand ich hier wieder. Hingegen war ein zelliger Belag der inneren Oberfläche der Leibeswand im vorderen Körperende sehr deutlich, wie ich dies in Fig. 2 und 3 *z* angedeutet habe. Die einzelnen polygonalen Zellen umschlossen einen winzigen runden Kern und maßen nicht mehr als 0,003 mm. Wäre es nicht denkbar, dass diesen Zellen die Funktion des centralen Nerversystems zukäme? Ich neige mich um so mehr zu dieser Vermuthung, als ich diese Zellen auch bei *Chaet. larus* wiederfand (Fig. 15), während das bei *Chaet. larus* beschriebene rundliche Organ bei *Ichthydium* fehlte, und gerade desshalb seine Existenz bei *Chaet. larus* wiederholt in Zweifel gezogen werden muss.« Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 388) glaubt das Nervensystem sicher gefunden zu haben. »Ein Centralnervensystem ist nun bei beiden Arten nicht schwer nachweisbar, es liegt als eine längliche Zellenmasse jederseits neben dem Ösophagus. Dicht hinter der Mundöffnung beginnend, erstreckt es sich bis zur Anschwellung des Ösophagus (Fig. 5 und 6) (auf der Abbildung M. Schultze's von *Turbanella* und *Chaetonotus* ist diese Zellenmasse am Ösophagus angegeben, in der Beschreibung geschieht desselben hingegen keine Erwähnung). Seiner Lagerung und Gestaltung nach scheint das Nervensystem nahezu völlig mit dem von Greeff bei *Echinoderes* beschriebenen gleichnamigen Organ übereinzustimmen, ein Umstand, der meine Deutung dieses Organs wesentlich befestigt.« Fernald (Nr. 28, 1883, p. 1219) fand kein Gehirn: »Direkt über dem Ösophagus ist ein kugeliger Körper oder eine Höhle, aber ich kann nicht muthmaßen, was seine Funktion sei.« An seiner Deutung des Nervensystems hält Ludwig auch 1886 fest; er sagt Nr. 32, p. 821: »Das centrale Nervensystem wird wahrscheinlich durch eine über der Speiseröhre gelegene Zellengruppe dargestellt«. Stokes (Nr. 35, 1887) bringt p. 84 nur eine Übersetzung der Bütschli'schen Angabe.

Wir haben das Nervensystem in ein centrales und ein peripherisches zu theilen.

Centralnervensystem: Das Gehirn liegt ähnlich, wie bei den Räderthieren in Form einer Decke über dem Ösophagus. Am weitesten reicht es vorn an den Seiten hinunter; nach hinten zieht es sich an jeder Seite in einen etwas seitlich gelegenen spitzen Zipfel aus, der schon vor der hinteren Ösophagusanschwellung endigt. Indem es dem Ösophagus dicht anliegt, füllt es die in dessen Mitte gelegene, ringsum gehende Einschnürung vollkommen aus, ohne diese Einsattelung an seiner eigenen Oberfläche mitzumachen.

Die Hauptmasse des Gehirns liegt seitlich und wurde von Bütschli als »seitliche Zellenmasse« beschrieben; verbunden werden die beiden Hälften durch die dorsale, dünnere Partie des Gehirns, welche Ludwig gesehen und als Nervensystem gedeutet hat, indem er sie für einen zelligen Belag der Leibeswand hielt. Bei der genaueren Beschreibung wollen wir von der dorsalen Ansicht ausgehen.

Zunächst fallen zwei lichte kernlose Flächen (Taf. XI, Fig. 1 *P*), welche hinter einander gelagert sind, auf. Die hintere ist nahezu kreisrund und allseitig von Ganglienzellen umstellt. Sie ist es, welche

Ludwig den rundlichen Körper bei *Chaet. larus* vorgetäuscht hat, den er dort in Beziehung zum Gehirne zu bringen geneigt schien. Sie liegt gerade in der Einsattelung des Ösophagus und zeigt sich im Profil als die von Ludwig gesehene »elliptische Linie«. Da in ihr keine Kerne, sondern nur feine Granula zu finden sind, glaube ich sie als »Punktsubstanz« deuten zu dürfen. Dass sie nicht etwa ein Loch im Centralnervensystem vorstellt, erkennt man an dem Querschnitte, wo es sich erweist, dass sie ein integrirender Bestandtheil des Gehirns ist (Taf. XI, Fig. 6 *P*). Das Gleiche gilt von der vorderen kernlosen Fläche; nur ist sie nicht so regelmäßig und scharf umgrenzt. Während die hintere von 13 streng symmetrisch geordneten Zellen umstellt ist, ist die Anordnung vorn weniger regelmäßig, bald sind die Kerne der einen Seite einander näher gerückt, bald treten zwei der hinteren Kerne weiter in das Feld hinein, indem sie sich von den übrigen weit trennen. Zwischen den beiden kernlosen Feldern zieht quer herüber eine Brücke von drei Reihen Ganglienzellen.

Gegen die Seiten fügen sich an die beschriebenen Ganglienzellen noch mehrere oberflächlich liegende, welche ohne besondere Bedeutung sind. Am hinteren Ende ziehen sich zwei mediane Zellen in Fortsätze aus (Fig. 1 *d*), welche nicht weiter verfolgt werden konnten. Hinter diesen tritt schon der Ösophagus zu Tage, indem der Gehirnrand nun zu den zwei erwähnten seitlichen Zipfeln, welche tiefer liegen, herabsteigt. Stellt man das Mikroskop auf dieselben ein, so ändert sich das Bild bedeutend. Wir sehen, dass unter der oberflächlichen Deckschicht im Gehirne an jeder Seite vier Ganglien liegen. Die drei ersten zeichnen sich dadurch aus, dass sie neben Kernen von gewöhnlicher Größe drei bis vier ungemein große besitzen, wodurch sie leicht in die Augen fallen. Das hinterste Ganglion hat nur gewöhnliche Kerne.

Besonders wichtig erscheinen die zwei vordersten Ganglienpaare. Sie sind birnförmig, liegen mit dem bauchigen Ende in der übrigen Gehirnmasse und strecken ihr spitzes Ende nach vorn und zwar das erste Ganglion gegen die dorsale Seite (Taf. XI, Fig. 1 G_1), wo es an der Oberhaut angelangt das vordere dorsale Büschel von Tasthaaren (*aT*) trägt. Das zweite Ganglion (G_2) wendet seine Spitze mehr seitlich und zieht zur Einziehung zwischen den zwei lateralen Kopflappen; hier sitzen die seitlichen Tasthaare (*lT*) daran. Jedes dieser beiden Ganglien besteht aus gestreckten Zellen, deren schmale Enden in die Spitze des Ganglions auslaufen.

Wir werden diese Zellen als Sinneszellen betrachten müssen, welche unser Interesse um so mehr verdienen, als sie einen integrirenden Bestandtheil des Gehirns selbst ausmachen, wir also ein

Centralnervensystem vor uns haben, welches zum Theil noch in der Ausscheidung aus dem Ektoderm begriffen ist und mit ihm hier zusammenhängt. Dies wiederholt sich noch an zwei Stellen des Gehirns. Auch für die zwei einzelnen Tasthaare nämlich, welche am Halse sitzen, sind keine vom Centralnervensysteme räumlich gesonderten Ganglienzellen vorhanden, sondern eine der oberflächlich am Gehirne liegenden Zellen, die mitten unter ihren gleichaussehenden Nachbarinnen sich befindet, trägt dieses Tasthaar. Die Zusammengehörigkeit der Zelle und des Sinneshaares ersieht man erst deutlich, wenn man die künstliche Blähung des Thieres einleitet. An dieser Stelle kann sich die Haut nicht so weit abheben, da sie hier mit dem Gehirne zusammenhängt, sie bildet eine Grube gegen innen, wo das Tasthaar sitzt. Das Gehirn aber wird durch die sich entfernende Oberhaut zipfelförmig aufgehoben und erst bei zu großer Blähung ganz abgerissen.

Der letzte Punkt, an dem das Centralnervensystem mit der Haut in Verbindung kommt, wird später besprochen.

Das dritte Ganglion (G_3) ist ellipsoidisch, der Längsachse parallel am Ösophagus gelagert und steht seitlich bauchig über den übrigen Kontour des Gehirns hinaus. Das letzte Ganglion (G_4) ist dem erwähnten in der Form ähnlich, ist aber mit seiner Längsachse schief zur Medianlinie gestellt, indem es dem breiten Ast des seitlichen Retractor des Ösophagus ansitzt. Es liegt in dem Winkel zwischen der Gabelung des Retractormuskels, ist jedoch gegen den äußeren Ast desselben mit scharfer elliptischer Linie abgeschlossen. Diese Lage eines Gehirnganglions an einem Muskel erinnert an die ganz gleichen Verhältnisse bei Räderthieren, wie ich sie bei *Discopus synaptae* gefunden habe. Jedes dieser vier Ganglien hat vier bis fünf Zellkerne.

Die ventrale Ansicht (Taf. XI, Fig. 2) zeigt uns den Ösophagus vom Gehirn nur an den Seiten und zwar nur vorn bedeckt; nach hinten zieht es sich rasch an die Seiten zurück.

Das vordere ventrale Cilienbüschel sitzt ebenfalls einer Gruppe solcher Zellen auf (G_5).

Weiter rückwärts tritt in der Gehirnmasse deutlicher noch als im dorsalen Anblicke das in der Muskelgabel befindliche vierte Ganglion hervor. Die Muskeln selbst sind deutlicher zu verfolgen, der lange Ast bahnt sich einen Weg zwischen den Ganglien und Ganglienzellen nach vorn, der breite kurze Ast ist fast ohne Bedeckung.

In dieser Ansicht fällt dem Beschauer eine Gruppe von Zellen auf (aG), welche etwas vor dem vierten Ganglion gelegen sind und sich spitz nach hinten ausziehen. Man sieht dann eine dünne Faser von hier nach hinten laufen (N), welche mehr seitlich liegt, als der seitliche Retractor des

Ösophagus, in dieser Ansicht also unter demselben durchzieht und leicht bis zum Mitteldarm in die Gegend des Wassergefäßsystems verfolgt werden kann. Dort geht sie in eine Gruppe von Zellen über, deren Kerne sich genau so färben, wie die des Gehirns und wohl Ganglienzellen sein dürften (Fig. 1 *z*). Sie schwillt in der Nähe des Endes des Ösophagus zu einer spindelförmigen Zelle an. Wir gelangen hiermit in das Gebiet des

Peripherischen Nervensystems, über welches ich nicht erschöpfende Auskunft geben kann. Es lässt sich der erwähnte Nerv am Darme entlang nach hinten bis in den Schwanz verfolgen. In seiner Begleitung sind sechs bis sieben Ganglienzellen zu bemerken, welche an der Haut zu sitzen scheinen. Die letzte Zelle befindet sich so weit rückwärts, dass sie in gleicher Höhe wie der Enddarm liegt. Nun entfernt sich die Faser wieder von der Haut und indem sie abermals wie am Gehirne zu einer spindelförmigen Zelle anschwillt, läuft sie schräg zu den Klebdrüsen. Dieser Nerv dürfte wohl dem Nervus lateralis der Räderthiere entsprechen. An den Muskeln des Schwanzes haften Zellen mit feinen langen nach vorn gerichteten Ausläufern, welche vielleicht ebenfalls nervös sind. Noch zu erwähnen ist die Tastzelle, welche unter dem hinteren Tasthaar zu finden ist und welche mit einem fadenförmigen Fortsatze in eine Ganglienzelle übergeht, welche mehrfache Fortsätze besitzt und wahrscheinlich mit den Schwanzmuskeln und dem lateralen Nerv zusammenhängt.

Vielleicht lassen bessere Methoden auch die Fortsätze der zwei dorsalen hinteren Gehirnzellen als Nervi dorsales, wie sie den Rotatorien eigen sind, nach hinten verfolgen.

7. Sinnesorgane.

Historisches. M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 248) spricht von langen, unbeweglichen Härchen um die Mundöffnung und fährt fort: »Perty lässt dieselben aus zwei Grübchen zur Seite des Mundes entspringen, ich habe diese nicht auffinden können.« P. H. Gosse (Nr. 18, 1864) findet als der Erste die Tasthaare, und zwar bei *Chaet. larus*, wo er (s. system. Theil) am Kopfe einige sehr lange feine divergirende Haare, welche seitlich heraussteben und sich leicht nach vorwärts krümmen, beschreibt; er vergleicht sie treffend mit den Schnurrborsten einer Katze. Bei *Chaetonotus Slackiae* will er (s. system. Theil) an jeder Seite des Vorderendes des Ösophagus, in dessen äußerer Wand eingebettet, einen kleinen ovalen Fleck gesehen haben, der zu Zeiten eine bestimmte Färbung zu haben schien, und der ihn desshalb an die Augenpunkte der Räderthiere erinnerte. Auch bei *Chaet. Schultzei* (s. system. Theil) beschreibt er ovale helle Flecke, welche er für Augen hält. Bei *Dasydytes antenniger* (s. system. Theil) findet er ein Paar leicht gekeulter Antennen zu den Seiten des Mundes. E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 453) macht nachstehende Angaben: »Außer der schon oben hervorgehobenen Anwesenheit von ziemlich komplicirten Augen mit lichtbrechendem Körper bei *Ichth. ocellatum* sind die Sinnesorgane unserer Thiere noch durch mannigfaltig gestaltete Tasthaare vertreten, indem wir wohl die Rückenborsten aller *Chaetonotus*-Arten (die von M. Schultze bei *Turbanella* erwähnten borstenartigen Fortsätze müssen hier gleichfalls zugerechnet werden), sowie die langen Borsten von *Cephalidium* und die am vorderen Körperende stehenden steifen Haare (Taf. XXXV, Fig. 1, *I. ocellatum*) als solche in Anspruch nehmen dürfen. Hierher gehören auch die beiden oben erwähnten feinen Stäbchen am Schwanzende von *Cephalidium*.« H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 206) findet bei *Chaet. larus* keine Augen, wohl aber die schon von Gosse angegebenen Tasthaare (s. system. Theil), welche er in je zwei Büscheln hinter und unter einander sah; jedes Büschel hatte vier bis fünf feine Haare von 0,0162—0,0193 mm, von welchen eines die anderen häufig überragte. Jedes Büschel stand in einer seichten Grube. »Die Bewegungsweise der Haare macht auf den Beobachter durchaus den Eindruck des Willkürlichen«. Bei *I. podura* (p. 215, 216) beschreibt er folgende Organe: »Ein Gebilde aber, welches wir bei *Chaet. larus* nicht kennen gelernt (obschon es vielleicht auch dort noch nachweisbar sein wird), ist ein eigenthümliches starres Haar, welches auf dem hintersten Abschnitt des Rückens rechts und links über und vor dem Ursprung der Schwanzspitzen eingepflanzt ist (Fig. 1). Ein jedes dieser Haare, an denen ich eine Bewegung niemals beobachtet habe, steht unter beträchtlichem Winkel von der Körperoberfläche ab und ist nach hinten gerichtet. Bei einem 0,083 mm langen Individuum maß jedes derselben 0,007 mm, bei einem 0,11 mm langen 0,0096 mm. Dieselben Gebilde sind bis jetzt nur einmal bei einer verwandten Form, bei der von Metschnikoff aufgefundenen Gattung und Art *Cephalidium longisetum*[1] gesehen worden. Dieser Forscher betrachtet es als ein Tastorgan, eine Deutung, die hier offenbar noch weit mehr in der Luft schwebt, als bei den beweglichen Haarbündeln am Kopfende. Immerhin möge für die Haarbündel am Kopfende die Bezeichnung Tasthaare festgehalten werden.« Für diese einzeln stehenden Haare schlägt Ludwig den Namen Rückenhaare vor. »Was aber bei *Ichth. podura* hervorgehoben zu werden verdient, ist das Vorhandensein von Augen, d. h. wenn man wirklich berechtigt ist, ein Gebilde, welches auf dem vorderen Körperende rechts und links sich befindet, als solche anzusprechen. Dasselbe besteht jederseits aus einem in eine nach innen sich vorwölbende Verdickung der Cuticula eingelagerten elliptischen Körper von kaum 0,0015 mm Größe. Wenn man der darunter gelegenen zelligen Masse, wie oben vermuthet, nervöse Natur zuschreibt, dann dürfte man in diesen stark das Licht brechenden Körpern wohl Linsen erblicken.« O. Bütschli (Nr. 24, 1876) bemerkt p. 387 bei Beschreibung der am Kopfe stehenden langen zarten Haare: »Ich wurde nicht ganz klar darüber, ob diese Haare eine selbständige Beweglichkeit besitzen, man sieht sie zwar hier und da Bewegungen ausführen, die jedoch möglicherweise nur dem durch die Cilien der Bauchseite erregten Strome zuzuschreiben sind«, und p. 388: »Von specifischen Sinnesorganen habe ich nichts gesehen.« Bei Pagenstecher (Nr. 25, 1881, IV, p. 332) finden wir nur hier bereits wörtlich angegebene Daten ohne eigene Beobachtung zusammengefasst. C. H. Fernald (Nr. 28, 1883, p. 1218) sagt Nachstehendes: »Auf dem Kopfe sind vier farbige Augen oder was Augen zu sein scheint, und vier Büschel von langen feinen Haaren, welche sich in der Nähe der Augen, aber ein wenig unter ihnen, erheben. Es scheinen Tastorgane zu sein, da die Thiere sie in beständiger Bewegung erhalten, indem sie augenscheinlich ringsum tasten, wenn sie sich langsam unter dem Detritus bewegen.« H. Ludwig (Nr. 32, 1886, p. 821) giebt kurz an: »Die Tasthaare des Vorderendes sind beweglich, und stehen jederseits in Büscheln vereinigt, können aber auch ganz fehlen; punktförmige Augen sind nur selten vorhanden.« C. A. Stokes (Nr. 35, 1887, p. 81 und 82) giebt folgende Darstellung im allgemeinen Theil: »La ‚tête' renflée est, de règle, a peu près triangulaire, mais avec trois ou cinq lobes arrondis, les élargissements latéro-postérieurs prenant origine sur la partie qui représente le cou. Le bord frontal porte quatre touffes de longs poils tactiles et vibratiles que l'animal peut mouvoir isolément ou ensemble en groupe. Sur la partie supérieure du cou et à la région postérieure du corps, près de la fourche caudale, sont quatre autres poils, deux à chacune de ces parties, plantés perpendiculairement à la surface cuticulaire, mais qui ne paraissent pas vibratiles. Ils sont probablement tactiles, et n'ont pas encore, à ce que je crois, été observés jusqu'ici. Je les ai trouvés dans toutes les espèces que j'ai examinées.« Ferner erwähnt er bei zwei Formen, *Ichth. rhomboides* Stokes und *Dasydytes saltitans* Stokes, Tasthaare; bei ersterer Species drei Büschel jederseits, unter welchen die mediane hintere Gruppe durch ihre Starrheit bei beibehaltener Beweglichkeit an der Basis auffällt; bei letzterer Form zwei feine Tasthaare am Hinterende, welche auf je einer kleinen Papille entspringen (s. system. Theil). Über Augen finden wir im allgemeinen Theil die kritiklos von Fernald übernommene Angabe von den vier Augenflecken, welche Stokes als gewöhnliches Vorkommnis bezeichnet. Er zeichnet sie von *Lepid. squammatum* und erklärt, sie nicht genügend studirt zu haben.

---

[1] Soll richtig heißen: longisetosum.

Als Sinnesorgane kann man mit Sicherheit nur Tastorgane anführen. Keine der vorstehenden Beschreibungen ist erschöpfend und vollkommen richtig. Der Sachverhalt ist nachstehender.

Der Kopf besitzt bei *Chaet. maximus* Ehrb. im Ganzen acht in Paaren angeordnete Haarbüschel. An der dorsalen Seite steht je ein Büschel von drei bis vier Haaren (Taf. XII, Fig. 4 *vT*) ganz vorn knapp an der Grenze der Stirnkappe des von Ludwig entdeckten stachellosen Feldes, welche sich sehr verschieden verhalten können. Bald schlagen sie lebhaft, fast nach Art der Wimperhaare nach rückwärts, bald stehen sie in sichelförmiger Krümmung starr nach vorn und ragen über das Körperende hinaus, um beim Schwimmen als Taster zu dienen. Das zweite Paar (*hT*) steht etwas weiter hinten, ebenfalls an der Stirnkappe und pflegt theils langsam tastende, theils lebhafter schlagende Bewegungen zu machen. Bei *Lepid. squammatum* Duj. finden wir ganz ähnliche Verhältnisse, doch ist das vordere Büschel mit geringerer Zahl an Haaren ausgestattet und stehen nur zwei starr nach vorn über den Kopf hinaus (Fig. 3 *vT*).

Bei kleineren Formen wie *Chaet. brevispinosus* mihi (Taf. XIV, Fig. 11) ist im hinteren Büschel nur ein einziges langes Haar zu sehen. *Chaet. persetosus* mihi hat andererseits die Eigenthümlichkeit, dass die im vorderen Büschel befindlichen Haare die längsten des ganzen Körpers sind, und auch noch die seitlichen bedeutend an Länge übertreffen (Taf. XIV, Fig. 1).

Um das nächste Tastbüschel zu finden, müssen wir bei jenen Formen, welche einen fünflappigen Kopf besitzen, in der Einziehung zwischen den beiden seitlichen Lappen herabgehen und eine an der Seite gelegene Grube aufsuchen, welche von Perty und Ludwig beschrieben worden ist. Aus dieser Vertiefung entspringen bei allen *Gastrotrichen* gegen fünf lange Haare (*lT*), welche von ungleicher Länge sind. Eines davon ist auffallend lang und erreicht bei *Chaet. maximus* Ehrb. 0,03125 mm, bei *Lepidoderma squammatum* Duj. 0,0188 mm. Vergleichen wir damit die Angabe Ludwig's für *Chaet. larus*, so ergiebt sich ein Fallen der Cilienlänge mit abnehmender Körperlänge. Alle diese Haare können beim Schwimmen mit leicht zitternder Bewegung quer abstehend mit nach vorn gekrümmtem Ende gehalten werden, oder sie können selbst ganz lebhaft nach hinten schlagen. Beim Absterben pflegt das Thier diese Haare ganz knapp an den Leib nach hinten zu legen.

Das letzte Paar von Tastbüscheln treffen wir an der ventralen Kopfseite. Das deutlichste Bild bietet abermals *Chaet. maximus* Ehrb., wo diese Haare auf einem kleinen Kegelstutze jederseits hinter dem Munde eingepflanzt sind (Taf. XIII, Fig. 1 *vCi*). Merkwürdigerweise verhalten sich nicht alle Haare gleich, sondern drei der vordersten zeichnen sich darin vor den übrigen aus, dass sie ähnlich wie die vordersten dorsalen mit sichelförmiger Krümmung starr nach vorn über den Körper hinaus gehalten werden, während die übrigen lebhaft gleich Flimmercilien nach hinten schlagen können. Für den nicht eingehenden Beobachter scheinen dann die dorsalen und ventralen sichelförmigen starren Haare einen kontinuirlichen Haarkranz um den Mund zu bilden, wie ihn die älteren Forscher beschreiben. *Lepid. squammatum* Duj. besitzt ventral ganz ähnliche Einrichtung, nur dass der Kegelstutz nicht deutlich wird (Taf. XII, Fig. 1 *vCi*). Eine Vereinfachung kann jedoch bei kleineren Formen eintreten; so hat z. B. *Chaet. persetosus* mihi an Stelle der drei nur ein einziges nach vorn gerichtetes Haar (Taf. XIV, Fig. 3 *I*).

Warum ich die im Vorstehenden beschriebenen Haare trotz ihrer mitunter lebhaften Bewegung für Tastorgane erkläre, hat seinen Grund erstens in der Bestätigung, welche diese Annahme durch die Beobachtung lebender Gastrotrichen erfährt, indem diese, wenn die beschriebenen nach vorn und seitlich vom Körper abstehenden Haare von Fremdkörpern berührt werden, sofort darauf reagiren, und zweitens, indem diese Haare auf Zellen sitzen, welche als Sinneszellen angesehen werden müssen, und mit dem Gehirne in unmittelbarem Zusammenhange stehen, wie beim Nervensystem beschrieben wird. Endlich giebt es Formen, wie *Lepidoderma rhomboides* Stokes (Taf. XV, Fig. 4 *a*), deren ventrale Haare auffallend starr sind und gewiss nur mehr der Tast- und nicht der Flimmerfunktion zu dienen haben.

Jedenfalls ist ihre Doppelfunktion sehr auffallend; zumal zeichnen sich darin die ventralen Haare aus, welche zum kleineren Theil fakultativ als starre Sinnesborsten, zum größeren Theil als aktive Flimmerhaare benutzt werden, was eben so wie die Beziehungen der Sinneszellen und des Gehirns unter einander auf einen tiefen Entwicklungsstand hinweist, in welchem eine weitergehende Differenzirung noch nicht stattgefunden hat.

Zu den besprochenen Organen kommen noch die am Halse und am Rumpfe stehenden Einzelhaare hinzu. Wir sehen, dass der von Ludwig dafür vorgeschlagene Name Rückenhaare nicht bezeichnend ist, da der Rücken des Kopfes ebenfalls Haare trägt, welche mit gleichem Rechte auf diese Bezeichnung Anspruch machen könnten. Ludwig's Angaben über diese Haare sind zwar unvollständig, doch irrt Stokes, wenn er glaubt, dass vor ihm Niemand diese Haare gesehen habe. Die vor ihnen angegebene Vierzahl ist jedoch nur für die großen Formen geltend; kleinere, wie *Chaetonotus brevispinosus* mihi (Taf. XIV, Fig. 11) und *Ichth. podura* O. F. Müll. (Taf. XIV, Fig. 15) besitzen auch am vorderen Kopfende ein Paar solcher Tasthaare, welche sich von den übrigen daselbst stehenden Haaren durch ihre Richtung und meist gerade Form auszeichnen. Beide Forscher beschreiben diese Haare als starr, was durchaus nicht zutrifft. Vielmehr bewegen sie sich, langsame Wellen laufen durch den Faden bis zur Spitze, auch eine peitschenartige, aber höchst träge Bewegung kann am Haare auftreten; mitunter bewegt sich das ganze Haar auf und nieder, legt sich an den Leib an und richtet sich wieder auf. Während die großen seitlichen Haarbüschel in Konservirungsflüssigkeiten ihre Länge und Form verändern, trifft man diese konsistenteren Haare in den Präparaten wohl erhalten. Die Richtungsänderung der Haare erklärt auch die Differenz der Angaben von Ludwig und Stokes, die Haare können sowohl senkrecht als schief auf der Haut stehen. Diese vier Haare sind so wie die Haarbüschel des Kopfes konstant bei allen Gastrotrichen zu finden, und wir werden in ihnen einen tieferen Werth zu suchen haben.

Ihre Vertheilung ist von Stokes richtig angegeben, sie stehen am Halse und am Hinterende. Dort wo Schuppen und Stacheln auftreten, sind für sie eigene Schuppen mit einer Schutzvorrichtung ausgebildet, wie im Kapitel »Haut« beschrieben wird.

An beiden Orten ist ihr gewöhnlicher Platz bei den von mir untersuchten Arten von *Chaetonotus* und *Lepidoderma* in der dritten Längsreihe der Schuppen (von der medianen Reihe aus gerechnet) gelegen, bei *Ichthydium* an einer entsprechenden Stelle. Eine Chaetonotusart ohne Schuppen zu untersuchen hatte ich keine Gelegenheit, doch wird dieses Genus wohl schwerlich von der durchgehenden Regel eine Ausnahme machen.

Die hinteren Haare, welche schon an den starken hinteren Abhang des Rumpfes zu liegen kommen, sind länger als die vorderen und messen z. B. bei *Chaet. brevispinosus* mihi 0,0125 mm gegen 0,01 mm der am Halse befindlichen. Am lebenden Thiere ist unter jedem Haare eine körnchenreichere Plasmaansammlung zu sehen.

Metschnikoff will, wie angeführt, auch die Stacheln des Rückens bei den Gastrotrichen als Tasthaare ansehen, was nicht zulässig ist; diese Stacheln können, wie im Kapitel »Haut« ausgeführt wird, wohl als Schutzorgane, welche in ihrer Derbheit den eigenen Körper vor Annäherung fremder Körper behüten, gelten, nicht aber als empfindliche Sinneshaare; damit das Thier den Druck, der auf die Stacheln ausgeübt wird, empfinden kann, muss derselbe so stark sein, dass die Haut eine bedeutende Formveränderung durch den niedergepressten Stachel erfährt, sonst fühlt sich das Thier nicht veranlasst seine Stellung zu ändern.

Wir kommen nun zu einem unklaren Punkte der Anatomie; es sind dies die »Augen« der Gastrotrichen. Augen werden beschrieben bei *Chaet. Slackiae* Gosse, *Chaet. Schultzei* Metschn., *Lep. squammatum* Duj., *Lep. ocellatum* Metschn. und *Chaet. brevispinosus* mihi. Davon kann *Chaet. Slackiae* Gosse gar nicht in Betracht gezogen werden, da ein heller Fleck in der äußeren Wand des Ösophagus, wie Gosse es beschreibt, unmöglich als Auge angesehen werden kann, sondern offenbar einer der bei starker Quetschung oder lang andauernder Untersuchung überhaupt leicht sichtbar werdenden Kerne der vorderen Speicheldrüsen oder eine Vacuole ist. *Lep. squammatum* hat, wie ich aus eigener Anschauung weiß, gar keine lichtbrechenden Flecke, daher die diesbezügliche Angabe von Stokes als Irrthum bezeichnet werden muss.

Chaet. Schultzei besitzt nach Gosse's Angabe und Bütschli's Zeichnung am Vorderende zwei stärker lichtbrechende Körperchen (Taf. XV, Fig. 1), von welchen wir nichts weiter wissen. Bütschli hielt sie nicht für Augen. Bestimmte Beschreibung giebt nur Ludwig von *Lep. ocellatum* Metschn. (Taf. XV, Fig. 19), doch muss auch er es für zweifelhaft halten, hier von Augen zu sprechen. Fernald's Behauptung, dass sein *Chaet. larus* (unser *Chaet. brevispinosus*) vier farbige Augen besitze, ist auf das zurückzuführen (bezüglich der Größe und Lage verweise ich auf die im system. Theile bei *Chaet. brevispinosus* gemachten Angaben), dass vier paarweise vertheilte Körper von stärkerer Lichtbrechung mit vielen dunklen Körnchen ausgestattet sind, welche Körnchen namentlich am Rande dicht gehäuft stehen, in der Mitte aber lichte Stellen frei lassen (Taf. XIV, Fig. 11 *y*). Allerdings liegen diese Flecke dem Gehirne dicht an, und es liegt nahe, ihnen eine lichtempfindende Funktion zuzuschreiben, und zwar mit größerer Berechtigung, als den lichtbrechenden Körpern bei *Lep. ocellatum* oder *Chaet. Schultzei*, wo zwar Linsen, aber kein Pigment entwickelt sein soll; nun weisen unsere Erfahrungen aber darauf hin, dass die niedersten Augen einfache Pigmentflecke, Linsen auf denselben aber schon bedeutend höhere Komplikationen sind. Linsenartige Körper ohne Pigment dürfen aber kaum als Augen gedeutet werden. Wir werden daher, wenn wir bei Gastrotrichen von Augen sprechen wollen, höchstens die vier dunklen Flecke von *Chaet. brevispinosus* mihi in Erwägung ziehen.

Vermuthungsweise können wir auch die keulenförmigen gekrümmten Tentakeln von *Gossea antenniger* Gosse (Taf. XV, Fig. 7) als Sinnesorgane, und zwar Tastorgane bezeichnen.

8. Muskelsystem.

Historisches. M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 249) fand keine Muskeln, »weder in der Haut noch im Parenchym des Körpers«. Nicht glücklicher war Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 453): »In diesem Parenchym konnte ich eben so wenig wie meine Vorgänger etwas von Muskeln und Nerven auffinden. Obgleich diese Beobachtungen an sich noch keineswegs die Anwesenheit derartiger Gebilde ausschließen, so scheint doch ihre Abwesenheit nichts Unnatürliches darzubieten. Es ist ja zur Genüge bekannt, dass ganz junge der differenzirten Gewebe einstweilen noch vollständig entbehrende Embryonen im Stande sind, dieselben Bewegungen zu vollziehen, die sie im entwickelten Zustande mittels echter Muskeln ausführen.« Bütschli beschreibt (Nr. 24, 1876, p. 388, 389) ein Muskelsystem: »Ein Hautmuskelschlauch findet sich entschieden nicht; dagegen bemerkt man bei *Chaet. maximus* an günstigen Objekten, namentlich in der Gegend des Ösophagus und des Schwanzes, ziemlich ansehnliche, mehrfach verästelte Zellen, die sich an die Leibeswände und inneren Organe anheften, und die ohne Zweifel kontraktiler Natur sind. Namentlich deutlich sah ich eine ganze Anzahl derartiger Zellen um den Ösophagus und den Beginn des Darmes, und dann je zwei jederseits am Hinterende des Darmes, die je einen Fortsatz in den entsprechenden Furcalanhang senden, und durch deren Kontraktion die Bewegungen dieser Anhänge, die man häufig zu bemerken Gelegenheit hat, vermittelt werden. Übrigens glaube ich auch Anzeichen von der Hypodermis anliegenden Längsmuskelfasern gesehen zu haben (Fig. 6 *x*), und ferner bemerkte ich nicht selten jederseits vom Hinterrande des Centralnervensystems einen Strang nach hinten und den Seiten verlaufen, der bis in die Mitte des Rumpfes zu verfolgen war (Fig. 5). H. A. Pagenstecher (Nr. 25, 1881, IV, p. 332) lehnt sich ganz an Bütschli an: »Die Leibesmuskulatur bildet bei allen gedachten Gruppen nicht mehr einen Hautmuskelschlauch, oder doch die in dessen Allgemeinheit fallenden cirkulären und longitudinalen Fasern kaum merklich oder sehr lückenhaft im Vergleiche mit denjenigen Muskeln aus, welche auf bestimmte Theile sich beziehen, den Radapparat oder andere Kopfausrüstung, den Schwanzanhang oder Fuß, die Chitinstücke der Segmente von Echinoderes, die Furcalborsten. Sie (die Leibesmuskulatur) ist nach Bütschli bei Chaetonotus nur durch einzelne, mehrästige, große kontraktile Zellen vertreten. Vielleicht sind das die gleichen Elemente, welche Leydig bei Räderthieren für Bindesubstanz erklärte. Durch die Hautkontraktionen können die Rückenhaare gesträubt werden.« Auch A. C. Stokes (Nr. 35, 1887) hat keine eigenen Beobachtungen gemacht und führt nur die Beschreibung Bütschli's an.

Die Gastrotrichen besitzen ein wohlentwickeltes und theils an der Haut anliegendes, theils in der Leibeshöhle ausgespanntes Muskelsystem. Es hat mit den von Bütschli gesehenen »kontraktilen« Zellen keinen Zusammenhang; letztere sind vielmehr ein Kunstprodukt, entstanden bei eigenen Verhältnissen, wie im Kapitel »Methoden« dargethan ist. Die verästelten Zellen kommen in gesunden lebenden oder vorsichtig konservirten Thieren niemals vor, sie sind eben nichts Anderes als die geschrumpften, kompakter und fast homogen gewordenen Drüsen-, Ei- und Nervenzellen, welche noch mit Fortsätzen an einander hängen. Die Muskeln sind nur in Form von paarigen Längsbändern vorhanden. Es giebt im Ganzen sechs Paare solcher Bänder, von welchen ein Paar nur für den Endtheil des Schwanzes bestimmt ist.

Die Theilung in Haut- und Leibeshöhlenmuskeln lässt sich wie bei den *Räderthieren* auch hier durchführen, nur sind die Hautlängsmuskel, welche schon bei *Räderthieren* wie *Discopus synaptae* mihi am Bauche ganz fehlen können, sowie dort nur durch ein einziges dorsales Paar repräsentirt, welches der Haut dicht anliegt. Dieses Paar (Taf. XI, Fig. 15 *Rm*) verläuft nur im mittleren und hinteren Theil des Rumpfes; jedes Band theilt sich bald in zwei, von welchen das äußere im Bogen abweicht, um sich aber am hinteren Abhange des Rumpfes wieder zu nähern. Wenn nun der äußere Schenkel an den gerade weiter verlaufenden wieder herangetreten, hört er knapp neben ihm schief abgeschnitten auf, während der andere noch ein Stück bis an den Anfang des Gabelfußes herabzieht. Ein Muskelkörperchen war nicht zu sehen.

Im Gastrotrichenkörper giebt es keine Quer- oder Ringmuskel.

Die Leibeshöhlenmuskel halten zwei verschiedene Richtungen ein, zwei Paare laufen nach vorn, zwei nach hinten. Von den vorderen Muskeln ist ein Paar seitlich gelegen (Taf. XI, Fig. 1, 2, 3 *R*) und entspringt etwas hinter dem Darmanfange an der Haut, geht schräg nach innen, und theilt sich in einen schwächeren äußeren und stärkeren inneren Ast. Der letztere (R_2) geht in der früheren Richtung weiter und inserirt mit einem gabeligen Ende am Ösophagus, etwas vor dessen Mitte, indem die Enden den Ösophagus zum Theil umgreifen; er zieht den Ösophagus zurück. Diesen Ast hat Bütschli gesehen, als er von dem »Strang« sprach, der vom Hinterrande des Centralnervensystems abgehen sollte. Der äußere läuft im spitzen Winkel nach vorn und geht zwischen den ventralen Ganglien des Gehirns ganz an das Vorderende (R_1). Er setzt sich an die Basis des Mundrohres an, um es zurückzuziehen und zugleich das Vorderende zu kontrahiren. Vielleicht ist dies die von Bütschli mit x bezeichnete Faser; mit Sicherheit lässt sich hier nichts entscheiden, da bei Blähung des Thieres die verschiedensten pathologischen Veränderungen der Organe auftreten, und dieser von Bütschli gesehene Streif auch auf Hypodermisreste zurückgeführt werden könnte. Das zweite Paar der vorderen Muskeln ist ventral zu finden (Taf. XI, Fig. 3 *vM*). Es entspringt etwa in der Mitte des Darmes an der ventralen Haut und setzt sich an den Ösophagus an, etwas hinter dessen Mitte. Ein wenig umgreifen auch diese Muskeln denselben. Zu einander laufen sie parallel.

Die hinteren Muskeln sind in drei Paaren vorhanden. Das eine Paar entspringt knapp hinter dem Ursprunge des seitlichen Retractor des Vorderendes und zieht an der Seitenwand bis zur Basis des Gabelfußes (Fig. 3 *hS*); hier endet es wieder an der Haut. Das ventrale Paar hat bei *Chaet. maximus* und *persetosus* seinen Ursprung am ventralen vorderen Muskel, und zwar stoßen beide Muskel mit schief abgeschnittenen Enden zusammen; bei *Chaet. brevispinosus* verbreitern sich die Enden wie bei den Räderthiermuskeln und hören quer abgeschnitten in einiger Entfernung von einander auf. Sie ziehen an der Bauchseite parallel zu einander gegen den Gabelschwanz und theilen sich hier in je zwei aus einander laufende Ästchen (Fig. 3, 4 *hM*). Das äußere geht gleich an die seitliche Körperwand, das innere läuft über die Schwanzdrüsen hinweg und setzt sich ventral gerade vor dem Fußeinschnitte an der Haut fest. Diese Muskeln verkürzen das Hinterende im Allgemeinen.

Die Endtheile des Schwanzes werden von einem eigenen Muskel (Fig. 3, 4 *Schm*), der an der Seitenwand vor der Schwanzbasis entspringt, bewegt. Er geht an den Anfang der Endröhre und setzt sich an der äußeren Seite an. Die eigenthümlichen zangenartigen Bewegungen sowohl, als auch das Einschlagen der Zehen nach der Ventralseite werden durch diese Muskeln ausgeführt. Die Leibeshöhlenmuskeln besitzen Muskelkörperchen.

Die hier geschilderten Leibeshöhlenmuskeln kamen allen von mir gefundenen Arten von *Chaetonotus*, *Lepidoderma* und *Ichthydium* zu.

Sie lassen sich in ihrer Anordnung mit den Räderthiermuskeln vergleichen. Wir haben gleichfalls eine Trennung in zwei Gruppen, nur dass die der vorderen, der veränderten Bewegungsart entsprechend, jene mächtigen Räderorganmuskeln vermissen lassen, und dafür zwei Paare der Beweglichkeit des Ösophagus und damit des Vorderendes dienen. Die hintere Gruppe entspringt, gleich wie bei den *Räderthieren*, den Insertionen der vorderen Gruppe anschließend, und zieht an die Basis des Fußes.

Auch die bei den *Philodiniden* vorhandenen dorsalen zwei Längsmuskeln der Haut finden wir bei den *Gastrotrichen* wieder.

Die Muskulatur der *Gastrotrichen* unterscheidet sich von der der *Rotatorien* nur durch Höhe, nicht aber durch die Art der Ausbildung. Auch hier sind nur kontraktile Faserzellen, welche theils an der Haut anliegen, theils durch die Leibeshöhle laufen, ausgebildet.

9. Verdauungskanal.

Historisches. Ganz allgemeine Angaben finden wir bei C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838, p. 387). »Ein einfach konischer Darm mit langem dünnem Schlunde ohne Zähne (?) des Mundes findet sich bei *Ichthydium* und *Chaetonotus*.« »Pankreatische Drüsen sind nur bei *Chaetonotus* beobachtet. Blinddärme und Gallengefäße fehlen«; ferner bei M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 248): »Der Darmkanal liegt an der Bauchseite und beginnt mit einer kreisrunden, an der vorderen Körperspitze gelegenen Mundöffnung«, bei L. C. Schmarda (Nr. 14, 1861, I, 2, p. 7): »Der Darm ist einfach schlauchförmig«. Bei E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 453): »Der Verdauungsapparat ist bei allen *Ichthydinen* ganz gleich gebaut«, bei H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 198): »Der Darmkanal verläuft im Allgemeinen gestreckt von vorn nach hinten in der Mittellinie des Thierkörpers, der Bauchfläche etwas mehr genähert als dem gewölbten Rücken. Es lassen sich an demselben zwei Haupttheile unterscheiden: die Speiseröhre oder der Vorderdarm und der Magen oder Hinterdarm. H. A. Pagenstecher (Nr. 25, 1877, II, p. 90) giebt eine Zusammenstellung der früheren Beobachtungen ohne eigene Beobachtungen. H. Ludwig (Nr. 32, 1886, p. 821) sagt: »Mund am Vorderende, aber bauchständig, mit einer vorstoßbaren Mundkapsel; Speiseröhre und Darm ähnlich wie bei den Nematoden gebaut, erstere mit dreikantigem Lumen, muskulöser Wandung und meistens mit hinterer Anschwellung, letzterer ohne Muskulatur und ohne innere Wimperung; After hinten an der Bauchseite, kurz vor der Gabelung des Hinterendes.«

Wir werden den Verdauungskanal in folgenden Abschnitten besprechen: 1) Mund, 2) Vorderdarm oder Ösophagus, 3) Mitteldarm oder Magendarm, 4) Hinterdarm mit Rectum und Anus, und werden die speciellen Angaben an den betreffenden Punkten anführen. Unter den einzelnen Formen findet hinsichtlich dieses Organsystems große Übereinstimmung statt, so dass Metschnikoff von vollkommener Gleichheit sprechen konnte, die Unterschiede beziehen sich nur auf den Mundring, Länge des Vorderdarmes und die cuticuläre Auskleidung desselben. Der Verdauungskanal erstreckt sich von der ventralen Mundöffnung am Vorderende bis zum dorsalen After am Hinterende als ein gerades Rohr, welches nur an beiden Enden eine Knickung erleidet.

Am geschlechtsunreifen Thier liegt der Verdauungskanal namentlich im hinteren Theil in der Mitte der Leibeshöhle, nur bei entwickeltem Eie wird er durch dasselbe ventral verlagert und oft auch seitlich ausgebogen, büßt daher auch seine gerade Form ein.

a. Mund.

Historisches. C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838, p. 389) beschreibt für *Chaetonotus*: »Zur Ernährung dient ein röhrenartiger, vielleicht mit einem Zahncylinder, bei *Chaet. larus* mit acht Zähnen ausgelegter Mund.« Bei Ichthydium fragt er: »Giebt es im Munde vielleicht einen zuweilen vorgestreckten Cylinder von stäbchenartigen Zähnchen?« F. Dujardin (Nr. 3, 1841, p. 569) lässt bei *I. squammatum* (s. system. Theil) den Mund von einem Ringe begrenzt sein, der bisweilen von vier bis fünf kleinen Papillen umgeben war. M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 248): »In der Mundöffnung liegt eine im Kreise fein gefaltete oder mit kleinen Vorsprüngen (Zähnchen Ehrb.) besetzte Membran, welche als kurze Röhre ein wenig vorgestreckt werden kann.« P. H. Gosse (Nr. 18, 1864) hat bei seinen Formen die Streifung des Mundringes nicht gesehen, er spricht nur von einer bei *Chaet. larus* und *Schultzei* leicht vorstreckbaren, bei *Das. goniathrix* und *antenniger* immer vorgestreckten Röhre. E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 453) sagt: »Die am Vorderende, resp. an der Bauchfläche des Körpers sich befindende Mundöffnung ist mit einem Chitinringe umgeben, der bei einigen *Chaetonotus*-Arten (Taf. XXXV, Fig. 7 *B*) als ein mit vertikalen Leisten (Verdickungen) versehener Körper erscheint. Bei *Cephalidium* ist die Mundöffnung auf einer hervorragenden Platte (Fig. 4 *o*) eingelagert, ohne dabei einen Mundring zu zeigen.« H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 198—199), »die Mundöffnung, welche in den Ösophagus hineinführt, liegt im Grunde einer Grube an der Bauchseite und ziemlich nahe dem Vorderende des Thieres. Die Wandung dieser Grube ist gebildet von der Fortsetzung der den ganzen Körper überkleidenden Cuticula. Der Rand der Mundgrube besteht aus einer ringförmigen Verdickung der Cuticula, dem Mundringe.« »Bei letzterem Thiere (*Chaet. larus*) wird der Mundring bald vorgestoßen und ragt dann über das Niveau der Körperoberfläche hinaus, bald wird er zurückgezogen.« H. Ludwig vergleicht sodann den vorgestoßenen Mundring mit dem nach Metschnikoff auf einer rüsselartigen Verlängerung angebrachten Munde von *Dasydytes longisetosum* Metschnikoff und sagt, dass bei vorgestoßenem Mundringe bei *Chaet. larus* von den leistenförmigen Verdickungen der Innenseite desselben nichts zu bemerken sei, wesshalb er die Leisten nicht als feste Gebilde, sondern als den optischen Ausdruck von Falten ansehen möchte. Mit dieser Ansicht stimme auch überein, dass das Lumen des retrahirten Mundringes kleiner als das des vorgestoßenen sei. Das Vorstoßen werde nicht durch besondere Muskeln, sondern passiv durch die Kontraktion des Ösophagus bewirkt. Am Grunde der Mundgrube liegt die dreilippige Mundöffnung, mit einer kräftigen dorsalen und zwei schwächeren lateralen Lippen. Diese Form des Mundes habe für die systematische Stellung der Gastrotrichen Bedeutung. Wie im system. Theile bei *Chaet. Schultzei* angeführt ist, lässt O. Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 388) die Mundöffnung in eine geräumige schüssel- bis röhrenförmige Mundhöhle mit längsgerippten Wänden übergehen. »Innerhalb derselben befindet sich ein einfacher Kranz hakenförmig gekrümmter Borsten, die für gewöhnlich in der Mundhöhle verborgen sind, die jedoch, sobald man das Thier einigem Drucke unterwirft, hervortreten, indem sich gleichzeitig die Mundhöhle verflacht und erweitert« (Fig. 4 und 7). »Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese durch Druck hervorgerufene Ausstülpung der Mundhöhle mit dem Hervortreten der Borsten von dem Thiere willkürlich ausgeführt werden kann, ähnlich wie dies auch von den Echinoderen geschieht.« C. H. FERNALD (Nr. 28, 1883, p. 1218) weiß nichts Neues zu sagen. A. C. STOKES (Nr. 35, 1887, p. 81) schildert diese Verhältnisse so: »La bouche a une structure plus compliquée qu'il ne semble au premier coup d'oeil. Elle est entournée d'un cercle lisse qu'on peut appeler l'anneau oral, quelquefois élevé au dessus de la surface générale, et entourné encore par une série de cils soyeux, non vibratiles. L'anneau oral est si profondément strié verticalement que, sur une vue directement ventrale, il semble bordé par un rang de grains, et des intervalles entre ces grains, ou des sillons verticaux, les soies orales paraissent sortir. Les poils sont visibles dans toutes les espèces que j'ai examinées. Les grains de l'anneau oral sont très petits, chez certaines formes; chez d'autres, ils manquent complètement. Chez toutes, les cils sont la cause d'une intéressante illusion d'optique. Qu'ils se projettent en avant de l'anneau oral, plus ou moins perpendiculairement au plan ventral, ou ne peut le déterminer positivement que quand l'animal est vu de profil. On les voit alors formant bien nettement projection (pl. II, fig. 21, 22 et 23), et l'animal parait pouvoir modifier leur position, au moins rapprocher et éloigner leurs extrémités distales. Dans l'oeuf, avant le développement complet de l'embryon, ces cils présentent un aspect fasciculé semblable à ce qu'on voit dans la pl. II, fig. 35, disposition qui n'est pas rare chez les adultes, libres nageurs. Mais quand on examine l'animal la surface ventrale en dessus, l'anneau oral semble fermé par une membrane convexe, percée d'une petite ouverture centrale, et fortement striée. Cette fausse apparence se voit dans la pl. I, fig. 5 et dans la pl. II, fig. 17. Elle est probablement causée par les extrémités rapprochées des cils, comme on le voit pl. II, fig. 35. L'ouverture orale proprement dite est en dedans et au dessus de ces cils; c'est un orifice circulaire muni de lèvres un peu protractiles, à l'aide desquelles, et par l'extention subite de l'oesophage, les particules alimentaires sont saisies.« Mehr oder minder »geperlte« Mundringe findet er bei *Chaet. spinifer*, *Chaet. formosus*, *similis*, *Ichth. sulcatum*, *Lep. rhomboides*, *squammatum*, nicht »geperlt« sei er bei *Chaet. acanthophorus*. Bei *Das. saltitans*, welcher wie *Chaet. formosus* Stok. ein Kopfschild besitzt, liegt der Mund, ebenfalls von einem Mundringe umgeben (ob gestreift, wird nicht gesagt), fast apical, also knapp unter dem Schilde.

Obwohl LUDWIG's Beschreibung von sorgfältiger Untersuchung zeugt, ist sie so wenig wie die der übrigen Forscher erschöpfend und vollständig richtig.

Der erste Augenschein lehrt, wie bei den größeren Gastrotrichen leicht erkannt werden kann, dass eine chitinige Röhre am ventralen Vorderende des Körpers schräg nach vorn und abwärts vorspringt, welche wir als Mundröhre bezeichnen wollen. Diese Röhre findet man, wenn man sich über ihre Lage orientirt hat, auch bei den übrigen Gastrotrichen wieder, nur dass ihre Länge und die Art der Ausbildung, je nach der Species, etwas wechselt. Bei *Ch. maximus* Ehr. und *Lepidoderma squammatum* Duj. sind folgende Verhältnisse zu konstatiren. Die Mundröhre ist konisch, mit verjüngtem freien Ende und stößt nach oben direkt an die Stirnkappe an. Sie scheint mit kräftigen, in gleichen Abständen angeordneten Längsleisten versehen zu sein (Taf. XII, Fig. 1; Taf. XIII, Fig. 1). Aus der Mitte der Röhre ragen zierlich im Kreise geordnete nach außen gebogene Borsten hervor (*Bo*). Die bei tiefer Einstellung dunklen Längsleisten scheinen in kurzer Entfernung vor dem Rande rundlich aufzuhören, so dass helle Zwischenräume durch bogenartige Stücke verbunden zu sein scheinen und mit kurzen Worten gesagt, ein Bogengang von hellen Säulen mit dunklen Zwischenräumen gesehen wird. Bei hoher Einstellung sind umgekehrt die Leisten hell.

Die Röhre kann vorgestreckt werden, was sehr rasch vor sich geht, so dass eine sichere Beobachtung in der kurzen Zeit nicht gemacht werden kann; an Präparaten jedoch, an welchen das Mundrohr zufällig weit vorgestreckt war, zeigte es sich, dass die Längsstreifung nicht verschwunden war, sondern immer, wenn auch kürzer geworden, sich als erkennbar erwies. Der den einzelnen verbindenden Bogenstücken entsprechend eingeschnittene freie Rand des Rohres besaß über jedem Bogen zwei feine zackenartige Erhebungen.

In der Seitenansicht (Taf. XI, Fig. 11) zeigt es sich, dass die Wand des Rohres (*Mr*) kein einfacher, verdickter Ring, wie bisher beschrieben wurde, sondern doppelt ist. Die Cuticula der Stirnkappe und der Umgebung des Mundes geht unmittelbar in eine Lamelle über, welche die äußere Wandung des Mundrohres bildet und am freien Rande nach innen umbiegt. Dann läuft sie ihrer früheren Richtung parallel aber entgegengesetzt ventral als eine dicke, dorsal als dünne Wand zurück an den Grund des Mundrohres und geht hier in die cuticulare Auskleidung des Mundes über. In dem Winkel, wo die innere Wand des Rohres mit dem Grunde zusammenstößt, entspringen die Borsten (*Bo*), welche demnach zuerst im nach außen konvexen Bogen gegen die Mitte ziehen und von da im konkaven Bogen nach außen sich krümmen. Nicht bei allen Gastrotrichen finden wir es so; bei *Chaet. brevispinosus* mihi ist im Gegensatz überall die äußere Wand verdickt, während die innere sehr fein erscheint. Hier fehlen auch die Längsleisten des Rohres, oder sind sehr schwach entwickelt, das Mundrohr ist hier überhaupt sehr kurz.

Sind die Längsleisten wirklich als solche vorhanden oder nur, wie Ludwig vermuthete, der Ausdruck einer Faltenbildung? Diese Frage zu lösen gelingt nur, wenn man eine direkte Daraufsicht auf die Mundröhre gewinnen kann. Hier erweist es sich mit aller Sicherheit, dass Ludwig mit seiner Ansicht Recht hatte; die innere starke Wand ist in Form einer Krause gefaltet, jede Falte gleicht der anderen; ich versuchte dies in Taf. XI, Fig. 10 darzustellen. Allerdings ist diese Zeichnung des Mundrohres nur gewissermaßen schematisch aufzufassen, da ich die äußere Wand wegließ; durch den umgebogenen oberen Rand entstehen eben die früher beschriebenen optischen Täuschungen von vor dem Rande aufhörenden Leisten und den Bogengängen.

Ganz richtig ist es auch, dass das Mundrohr nur passiv durch den Ösophagus verschoben wird. Indem sich die Mündung des Ösophagus, welche wir mit früheren Autoren Mund nennen wollen, erweitert und vorgeschoben wird, wird die innere gefaltete Wand des Mundrohres mit nach vorn verrückt; da sich aber die äußere Wand nicht mit verschiebt, so muss die innere allmählich zur äußeren werden, sie muss sich um so mehr nach außen stülpen, als der Mund nach vorn wandert. Damit muss aber die innere Wand von einer kleineren in eine größere Peripherie sich ausdehnen. Dies wird nur durch die Faltelung der inneren Membran ermöglicht, indem durch diese Einrichtung eine Erweiterung der Peripherie gestattet ist. Je mehr der Mund vorgeschoben wird, um so mehr muss auch von den Falten verschwinden, um so kürzer werden sie. So ist dieses Verschwinden der Falten zu erklären und nicht durch eine einfache Erweiterung eines gefalteten »Mundringes«. Die früher erwähnten Zacken am freien Rande der Röhre führe ich auf sekundäre Fältelung zurück, die an den Präparaten durch die Schrumpfung der Gewebe eintritt.

Dies ist der Bau des von Ehrenberg als Zahncylinder bezeichneten Gebildes.

Die Borsten bilden vermöge ihrer Stellung eine gut schließende Reuse, welche den Wiederaustritt der erfassten Nahrung verhindert. Beim Erweitern und Vorstoßen des Mundes wird jede Borste an ihrer Basis etwas nach außen gedreht, dadurch der Eingang für die Nahrung zwischen ihnen in der Mitte erweitert; beim Zurückziehen gehen die Haare in die ursprüngliche Lage zurück. Sie sind, wie die Mundröhre selbst, nur passiv beweglich.

Die Mundöffnung wurde schon von Ludwig richtigerweise als dreieckig bezeichnet. Sie ist ein allmählich in das Lumen des Ösophagus übergehender Trichter, dessen Wände einige deutliche chitinige, sich nach hinten allmählich verlierende Längserhebungen haben, welche man als Zahnleisten bezeichnen kann (Fig. 10 *Za*).

b. Vorderdarm (Ösophagus).

Historisches. C. G. Ehrenberg bezeichnet ihn (Nr. 1, 1838, p. 387, 388 und 389) bei *Ichthydium* und *Chaetonotus* als einen »langen dünnen Schlund«. M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 248): »Die kurze, sehr muskulöse Speiseröhre gleicht ganz der von *Turbanella*; sie hat die Länge von über 1/3 des Körpers«. L. C. Schmarda (Nr. 14, 1861, I, 2, p. 8) sagt für *Chaet. tabulatus*, dass der Vorderdarm zwei Stäbchen wie

Rudimente von Kiefern habe. Gosse (Nr. 18, 1864) beschreibt bei *Chaet. larus, maximus, Schultzei* und *Lep. squammatum* einen Pharynx oder Ösophagus von sehr dicken, durchsichtigen Wänden; bei *Das. antenniger* soll derselbe sehr breit, bei *Das. goniathrix* spindelförmig sein, während er bei *Chaet. Slackiae* nicht unmittelbar an den Mund anschließen soll (s. system. Theil). E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 454) findet bei einigen Arten Querstreifung: »Der Mund führt in eine enge, mit starken Chitinwandungen versehene Schlundröhre, welche von einer dicken Schicht umgeben ist, in der man bei einigen Arten (vgl. die Abbildungen: es sind dies *Ichthydium ocellatum* Metschn., *Chaet. tesselatus* Metschn. = *Ichth. squammatum* Duj.) deutliche Querstreifen beobachtet, während sie bei anderen Formen vollkommen homogen ist.« p. 455, Anm. 3 meint er: »Auf die Beobachtungen von Schmarda, dass sein *Ichthydium jamaicense* Rudimente von Kiefern besitzt, kann man wegen der Ungenauigkeit seiner Beschreibung kein Gewicht legen[1].« H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 199—201) giebt eine ausführliche Schilderung bei *Chaet. larus*: »Der Vorderdarm oder die Speiseröhre erstreckt sich von der Mundöffnung bis zur Grenze des vorderen und mittleren Drittels des Thieres. Sein Verlauf ist kein ganz gestreckter, sondern zeigt in seinem Anfangstheil, an zwei nicht weit von einander entfernten Stellen, je eine leichte Knickung.« Es wird nun ausführlich beschrieben, wie der Vorderdarm zuerst schief nach oben und hinten, dann etwas weniger schief und endlich ganz in der Richtung der Längsachse verlaufe. Metschnikoff's Beschreibung bezüglich des Baues wird bestätigt, nur dass Ludwig die Vermuthung ausspricht, dass auch bei den übrigen Formen, bei welchen Metschnikoff es nicht gelang Querstreifung aufzufinden, eine solche vorhanden sein werde. Namentlich lasse sich dies bei *Chaet. larus* O. Fr. Müll. durch Zusatz sehr verdünnter Osmiumsäure erreichen; die Streifung ist eine radiäre, zwischen den Streifen liegen winzige körnige Massen. Die gestreifte Masse ist am vorderen und hinteren Ende dicker als in der Mitte, daher namentlich hinten unter gleichzeitiger Erweiterung des Lumens eine Art Bulbus entsteht. Das Lumen ist vorn dreieckig und nimmt nach hinten eine rundliche Form an. Zu äußerst wird eine dünne strukturlose Membran beschrieben. Die radiären Streifen werden als Muskelfibrillen, die eingelagerten körnigen Theile als Kerne angesehen; die äußere strukturlose Membran soll durch ihre Starrheit der Angriffspunkt für die Muskelaktion, welche die Erweiterung des Lumens besorgt, bilden. Als Beweis wird angeführt, dass bei lebenden Thieren in der Ruhe die Wände sich gegenseitig berühren, bei plötzlichem Einfluss heftig wirkender Agentien (Osmiumsäure, Goldchlorid) das Lumen, namentlich im bulbösen Endtheil, wo das Muskelgewebe am stärksten ist, weit klaffe. O. Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 388) fasst sich kürzer: »Der sich an die Mundhöhle anschließende Ösophagus ist, wie bekannt, vollständig wie das entsprechende Organ vieler Nematoden gebaut, der hintere Theil ist gewöhnlich etwas angeschwollen, und seine Intima setzt sich bis in den vordersten Abschnitt des Darmes fort, wo sie eine Art Querstück bildet.« C. H. Fernald giebt (Nr. 28, 1883, p. 1218) die Ludwig'sche Beschreibung zum Theil wieder; neu ist (p. 1219) Folgendes: »Der Ösophagus ist von einem dicken festen Muskelgewebe von cirkulären Fasern umgeben.« A. C. Stokes (Nr. 35, 1887, p. 82) lehnt sich in der Beschreibung ganz an Ludwig an und fügt dann einige Bemerkungen über die Nahrungsaufnahme hinzu. Sehr kurzen Ösophagus — nur $1/6$ der Körperlänge — haben nach ihm *Lep. rhomboides* und *I. sul-*

---

[1] Hier soll es *I. tabulatum* heißen; bei *I. jamaicense* hat Schmarda niemals Kieferrudimente beschrieben.

catum; eigenthümliche unregelmäßige Aussackungen des Centralkanales, welche zeitweilig auftreten sollen, findet er bei *I. squammatum*; sie können willkürlich geöffnet und geschlossen werden, doch weiß er nicht, ob sie durch unregelmäßige Muskelbewegung entstünden oder normale Partien des Organs seien. Bei *Chaet. spinifer* Stok. zeige der Ösophagus am hinteren Ende klammerartige Verdickungen seiner Cuticula, deren hintere Ausläufer die äußeren Wände erreichen sollen; diese Verdickungen seien nur in dorsaler oder ventraler Ansicht zu sehen (s. überall system. Theil).

Durchgehends bei allen Gastrotrichen im Allgemeinen übereinstimmend entwickelt, bietet der Ösophagus bei den einzelnen Species charakteristische Unterschiede. Im Kapitel, welches die Körperform behandelt, wird dargelegt, dass die Länge des Ösophagus vom Ausschlüpfen aus dem Eie an bis zum erwachsenen Zustande unveränderlich ist. Da das Thier während dieser Zeit auf das Doppelte seiner ursprünglichen Länge anwächst, ist die relative Länge des Ösophagus sehr verschieden. Eine genaue Vergleichung kann nur an Exemplaren, welche die Maximallänge erreicht haben, vorgenommen werden. Und da finden wir, dass der Ösophagus bei manchen Formen wie *Lepidoderma rhomboides* Stok., *Chaetonotus brevispinosus* mihi fast nur $^1/_7$ der Körperlänge erreicht, während er bei *Lepidoderma squammatum* Duj. und *Chaet. hystrix* Metschn. $^1/_5$, bei *Chaetonotus maximus* Ehrenb. $^2/_9$, bei *Chaeton. persetosus* mihi nur $^1/_4$ der Körperlänge misst. Bei jüngeren Exemplaren ist natürlich das Verhältnis ein ganz anderes. Nicht alle haben die typische Form mit einer Verjüngung in der Mitte und einer Anschwellung an beiden Enden bewahrt, indem bei *Chaet. brevispinosus* mihi (Taf. XIV, Fig. 11) z. B. der Ösophagus vorn schmal beginnt, sehr wenig eingeschnürt ist und fast gleichmäßig nach hinten beträchtlich dicker wird, als er am Vorderende war. Fast cylindrisch ist er bei *Chaetura capricornia* Metschn. (Taf. XV, Fig. 22), ganz abweichend erscheint er bei *Dasydytes goniathrix* Gosse (Taf. XV, Fig. 8); hier hat er die Gestalt einer Spindel und ist im Gegensatz zu der gewöhnlichen Form in der Mitte verdickt und an beiden Enden zugespitzt. Recht verschieden ist auch das Verhältnis von Länge und Breite; wir sehen einen schlanken Ösophagus bei *Chaetura*, bei *Chaetonotus Slackiae* Gosse (Taf. XV, Fig. 15), *Chaet. hystrix* Metschn. (Taf. XIV, Fig. 17), *Lepidoderma ocellatum* Metschn. (Taf. XV, Fig. 19) etc. gegenüber einem recht breiten bei *Chaeton. brevispinosus* mihi und einem geradezu massigen bei *Gossea antenniger* Gosse (Taf. XV, Fig. 7).

Zum inneren Baue übergehend, bemerke ich, dass Ludwig's Beschreibung, welche er von diesem Organ in seiner trefflichen Arbeit geliefert, vollkommen richtig ist und nur der Ergänzung bedarf. Thatsächlich macht das Lumen des Ösophagus, wenn man diesen von der

Seite betrachtet, zwei Knickungen durch, ehe es parallel der Längsachse des Thieres nach hinten läuft. Allerdings ist diese Richtungsänderung bei vorgestrecktem Munde fast ganz aufgehoben, sie wird aber noch auffälliger, wenn das Thier sein Mundrohr ganz eingezogen hat.

Auch dass wir drei Bestandtheile am Ösophagus unterscheiden können, eine innere Cuticula, die radiär gestreifte Muskelmasse und eine äußere strukturlose Membran, ist vollkommen richtig. An Querschnitten kann man dies sicher nachweisen (Taf. XI, Fig. 5, 6). Merkwürdigerweise ist die im Leben so auffällige innere cuticulare Auskleidung an den konservirten Thieren kaum wahrnehmbar. Das Lumen des Ösophagus ist im Leben fast ganz geschlossen, nur schmale Spalten zeigen sich (Taf. XI, Fig. 10 *L*) zwischen den welligen Kontouren. Bei Nahrungsaufnahme erweitert sich das Lumen plötzlich cylindrisch, um sich sofort wieder zu schließen. Ludwig hat über die Funktion dieses Mechanismus eine ganz richtige Annahme aufgestellt; die äußere Membran (Taf. XI, Fig. 5 *Me*) muss als starr, als Form bewahrend angesehen werden, an welcher die Muskeln des Ösophagus ihre Insertion finden, um die elastische innere Cuticula zurückzuziehen und so das Lumen zu erweitern. Es gelingt selten, ein Thier mit geschlossenem Vorderdarm zu konserviren, meist klafft das Lumen weit und rund, dann ist aber auch die Wandung bedeutend dünner. Ein Querschnitt durch den geschlossenen Ösophagus (Fig. 5, 6) zeigt eine feine Streifung, welche dreitheilig ist. In der Mitte ist ein Spalt sichtbar (*L*), das geschlossene Lumen; zu demselben laufen die Streifen annähernd im unteren Theile radiär, im oberen aber hören sie an einer schiefen Linie (*fm*) jederseits abgeschnitten auf. Diese beiden schiefen Linien begrenzen ein kleineres dreieckiges Feld (*Ob*), innerhalb dessen die Streifen ganz radiär ziehen. Zwischen den Streifen treten Zellkerne an zerstreuten Stellen auf, an manchen Schnitten trifft man mehrere, fast regelrecht symmetrisch angeordnet, an anderen mangeln sie, aber auch hier kann man so wie dort, feine körnige plasmatische Einlagerungen sehen. Ein recht eigenthümliches Bild trifft man an Totopräparaten (Taf. XI, Fig. 10); beiderseits zieht eine feine Wellenlinie (*fm*) durch die Muskelmasse, welche das gleiche Lichtbrechungsvermögen wie die Cuticula besitzt. An dieser Wellenlinie hören die Streifen auf, um jenseits derselben wieder zu beginnen. Diese Anordnung ist bei allen Gastrotrichen zu treffen. Sie ist so zu deuten, dass entsprechend der schon von früheren Autoren erkannten dreilippigen Mundöffnung, auch die Anordnung der Muskulatur eine dreitheilige ist und zwischen den Streifen der oberen Lippe und den beiden seitlichen eine cuticulare Membran als Insertion für die obersten seitlichen Streifen eingelagert ist. Diese Membran ist zum Zweck der Oberflächenvergrößerung gefaltet, welche Faltelung selbstverständlich am Querschnitte nicht gesehen werden kann.

Ludwig hat die Streifen als Muskeln angesehen. Man kann dies an Querschnitten durch einen erweiterten Vorderdarm als richtig erweisen. Die langen feinen Streifen sind zu kurzen, dicken, deutlich gesonderten Fibrillen geworden, zwischen welchen die Muskelkörperchen eingestreut sind.

Wir haben hier den Fall, dass das Epithel des Vorderdarmes sich vollständig in Muskelzellen umgewandelt hat, welche in ihrer Längsrichtung in Fibrillen zerfallen sind. Es sind dies nicht Epithelmuskelzellen im gewöhnlichen Sinne, da sie nicht mehr Epithelzellen vorstellen, sondern ganz in Fibrillen aufgelöst sind, die direkt an die cuticulare Oberfläche heranreichen. Dieses kontraktile Epithel erhält bei Konservirung und auch schon im Leben bei Druck Risse und Spalten von oft symmetrischer Vertheilung, welche sich wieder schließen können. Solche Erscheinungen beschrieb Stokes, als er von den Aussackungen des Centralkanals, die willkürlich entstehen können, sprach.

Im hinteren bulbösen Endtheil des Ösophagus stehen die Muskelstreifen strahlenförmig angeordnet. Diese Partie ist mehr von den übrigen Muskeln abgesondert, und es kann eine nach hinten konkave Bogenlinie als optischer Ausdruck einer cuticularen Scheidewand auftreten. Bei *Chaeton. spinifer* Stock. ist sie sehr dick und hängt mit der Cuticula des Lumens in auffallender Weise zusammen; sie bildet daselbst eine eigenthümliche klammerartige Figur, welche aber nur in der dorsalen und ventralen Ansicht gesehen werden kann. An gefärbten, mit Sublimat behandelten Präparaten zerfällt diese Region des Bulbus entsprechend der Dreitheilung in drei mehr körnige Portionen. Es scheint hier noch mehr Plasma erhalten zu sein.

Recht interessant ist der Übergang in den Mitteldarm. Um die hintere Mündung liegt ein Kranz von gekrümmten borstenartigen Gebilden (*Reu*, Fig. 10, Taf. XI), der sich bei näherer Betrachtung als eine gefaltete chitinöse Membran erweist, welche nach hinten trichterartig sich erweitert, vorn aber fest geschlossen ist. Beim Öffnen des Vorderdarmes wird auch diese Krause geöffnet und der Nahrung der Durchtritt gelassen; sodann schließt sich mit dem Ösophagus auch die Reuse und verhindert den Wiederaustritt der Speise.

Bei *Chaeton. brevispinosus* mihi sieht man diese gefaltete Membran an ihrem hinteren weiteren Ende nach innen umgebogen. Dieser Reusenapparat ist von einem Hügel hellen Plasmas umgeben und bis auf die Mündung eingeschlossen.

Vor und hinter der Einschnürung des Ösophagus trifft man an der Ventralseite, namentlich nach stärkerem Drucke, zwei Paar von ellipsoiden Zellen. Beide, das vordere kleinere (Fig. 10 Sp_1) wie das hintere größere (Sp_2), sind gleich gebaut, besitzen einen hellen Kern und sind mit stark lichtbrechenden Körnchen angefüllt. Ihr drüsenartiges Aussehen, ihre Lage dicht am Ösophagus und ihre Ähnlichkeit mit den Speicheldrüsen mancher Räderthiere veranlassen mich, auch in diesen Zellen Speicheldrüsen zu sehen.

c. Mitteldarm.

Historisches. C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838) beschreibt für *Ichthydium* einen »dicken einfachen, konischen Darm«, für *Chaetonotus* einen »langen konischen Magen (Trachelogastricum), an dessen oberen dicken Anfange bei der großen Art (*maximus*) zwei halbkuglige Drüsen sitzen«. C. Th. v. Siebold (Nr. 4, 1845, p. 180 Anm.) leugnet im Kap. Räderthiere diese Drüsen. »Die beiden am Anfange des Darmes einmündenden pankreatischen kurzen Drüsensäcke sind fast immer vorhanden; sie fehlen nur einigen *Ichthydinen.*« M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 248) »(Die Speiseröhre) geht in den dünnwandigen, gerade nach hinten verlaufenden Darm über, welcher eine, durch kleine in seiner Wand liegende Körnchen bedingte, leicht gelbliche Färbung besitzt«. P. H. Gosse (Nr. 18, 1864) findet bei *Chaet. Slackiae* ein Paar pankreatische Drüsen am Anfang des Darmes (s. system. Theil) in Form von ovalen klaren Blasen. Hier soll auch, im Gegensatz zu den übrigen Formen, das vordere Darmende in den Ösophagus konvex eindringen und nicht dasselbe konkav umfassen. Luftbläschen, namentlich im vorderen Theile, sollen bei *Das. antenniger* und möglicherweise eine helle Pankreasdrüse im Darmanfange bei *Das. goniathrix* vorhanden sein, doch war diese Stelle nicht immer hell, sondern auch in einem Falle dunkel. Bei *Chaet. maximus* (Gosse's *gracilis*) werden zwei pankreatische »ohrförmige« Drüsen, wie bei den Räderthieren, beschrieben; doch fand er keine Trennungslinie zwischen ihnen und dem Darme. Bei *Chaet. larus* wird der Darm als im Allgemeinen farblos und lose angefüllt mit unregelmäßigen klaren Massen beschrieben (s. überall system. Theil). E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 454) drückt sich kurz aus: »Auf den Ösophagus folgt der eigentliche Chylusdarm. Dieser läuft gerade bis zur am Hinterende liegenden Afteröffnung und ist auf seiner Oberfläche mit zahlreichen Fetttropfen versehen.« H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 201, 202) giebt eine eingehende Beschreibung dieses Organs. »Die Wandung des Enddarmes ist im ganzen Verlaufe desselben gleichartig zusammengesetzt und besteht aus einer äußeren sehr zarten und strukturlosen Tunica propria und einem inneren einschichtigen Zellenbelag. Diese Zellenlage also ist es, welche die Aufnahme des zugeführten Ernährungsmaterials in den Stoffwechsel vermittelt. Sie hat eine Dicke von 0,004 mm. Die einzelnen Zellen, aus welchen sie sich zusammensetzt, sind von der Fläche gesehen polygonal und haben, in der Längsrichtung des Thieres gemessen, eine Breite von 0,005—0,006 mm. In der Querrichtung umspannt eine jede Zelle den halben Umfang des Darmes, so dass der ganze Zellbelag des Enddarmes aus zwei Zellenreihen besteht. Beide Zellenreihen berühren sich in einer dorsalen und einer ventralen Zickzacklinie. In einer jeden Zelle findet man ein oder zwei bis drei stark lichtbrechende, unregelmäßig kugelig geformte Körperchen, welche ich für identisch halte mit Schultze's leicht gelblich gefärbten Körnchen aus der Darmwandung seines *Chaet. maximus* und mit den oben gleichfalls erwähnten Fetttropfen METSCHNIKOFF's, die demnach nicht auf der Oberfläche, sondern in den Zellen der Darmwand liegen.« LUDWIG hielt diese glänzenden Körperchen erst für Kernkörperchen, da sie von einer, als Kern gedeuteten Vacuole umgeben waren und am lebenden Thiere lebhaft wimmelnde Bewegung machten, was er als Bewegungserscheinungen des Kernkörperchens ansah. Da jedoch nicht immer eine Vacuole um ein solches Körperchen vorhanden war, ferner manche Zelle zwei bis drei solcher glänzender Körper umschloss, welche auf Zusatz von Essigsäure hinschmolzen, wurde er in seiner Ansicht schwankend. Allerdings konnte er nichts anderes Kernartiges in den Zellen auffinden. Da diese Körperchen schon frühzeitig im Embryo auftreten, wo noch keine Nahrungsaufnahme statthat, könnten sie auch nicht leicht als Nahrungsstoffe gedeutet werden. Die Kontouren des Darmlumens werden als gerade geschildert, nur an todten und misshandelten Thieren wölbt sie sich nach innen vor und wird weniger deutlich. Wimperung konnte im Darm nicht gefunden werden. Auch konnten keine weiteren Elemente im Baue des Darmes erkannt werden. Im frei umherschwimmenden Thiere klafft das Lumen weit. Dann beschreibt LUDWIG noch wie der Mitteldarm den bulbösen Endtheil des Ösophagus umgiebt und dadurch jederseits ein seichtes Diverticulum entstehe, welches von EHRENBERG bei *Chaet. maximus* für eine pankreatische Drüse gehalten wurde. O. BÜTSCHLI (Nr. 24, 1876, p. 388) berichtet: »Der Darm ist aus wenigen Reihen großer Zellen aufgebaut (Fig. 5)«. C. H. FERNALD (Nr. 28, 1883, p. 1219) sagt auffallenderweise: »Der Darm ist von einer Lage gekernter Zellen umgeben, außerhalb welcher eine andere Lage von viel kleineren Zellen liegt, die sehr schwer herauszufinden sind.« A. C. STOKES (Nr. 35, 1887) giebt für *Das. saltitans* an, dass hier der Darm nahezu den ganzen Körper als weiter Sack erfülle. Gleich FERNALD spricht er von einer Lage kleiner Zellen um den Darm und will sie, allerdings undeutlich, bei *Lep. rhomboides* gesehen haben. Er sah den Darm vom Eie aus seiner medianen Richtung abgelenkt.

Über den Mitteldarm kann ich mich kurz fassen. Der wahre Sachverhalt ist den bisherigen Forschern meist unbekannt geblieben. Nicht zwei, sondern vier Zellreihen bauen den Darm auf, wie man sowohl an ganzen Thieren als namentlich an Schnitten sehen kann (Taf. XI, Fig. 7). Die Zellen sind groß, die größten im Körper und gegenüber den anderen Elementen wahre Riesenzellen.

Ihre Anordnung ist eine solche, dass vier Reihen alternirend gestellter allmählich nach hinten an Größe abnehmender sechseckiger Zellen in vier Zickzacklinien, welche genau dorsal, ventral und seitlich laufen, an einander stoßen. Die Zellgrenzen sind klar und deutlich, namentlich, wenn das Darmlumen klein ist. In diesem Falle springen die einzelnen Zellen sogar gewölbt in die Leibeshöhle vor.

Während die kleinen Formen, wie *Chaet. larus* O. Fr. Müller, *Chaet. persetosus* mihi, *brevispinosus* mihi, *Ichthydium podura* O. Fr. Müller etc., mattglänzende Darmzellen besitzen, in welchen wenig solcher glänzender, in kleinen Gruppen (Taf. XI, Fig. 16) stehender Körper, wie sie LUDWIG für *Chaet. larus* beschrieb, zu treffen sind, giebt es bei *Chaeto-*

notus maximus Ehrb. und *Lepidoderma squammatum* Duj. Stadien, in welchen alle Zellen so dicht mit verschieden großen Glanzkörpern versehen sind, dass die letzteren sich förmlich zu drängen scheinen; sie sind nahe der äußeren Oberfläche der Zellen zu treffen und häufen sich besonders an den Zellgrenzen an (Fig. 10 *Gl*). Diese Glanzkörper zeigen eine ähnliche Farbenzerstreuung, wie andere stark lichtbrechende Körper, und scheinen demnach schwach gelblich oder grünlich glänzend. Luftblasen, wie Gosse sah, oder Öltröpfchen sind es nicht, sie bleiben nach Spiritusbehandlung wohl erhalten. Sie färben sich in Alaunkarmin sehr stark, lösen sich jedoch, wie ich bestätigen kann, in Essigsäure rasch auf, wie die übrigen plasmatischen Bestandtheile des Thieres. An den Querschnitten sieht man sie, so wie es an Totopräparaten scheint, an die äußere Peripherie gedrängt; die innere Partie jeder Darmzelle ist nur fein granulirt. Sie haben mit den Zellkernen nichts gemein; jede Darmzelle besitzt ihren großen, auf Färbung erscheinenden Kern an der äußeren Zellperipherie (Taf. XI, Fig. 7 *Zk*). Im Lumen des Darmes sehen wir in diesem Präparate noch Nahrungsreste.

In anderen Individuen dieser Species finden wir jedoch nahezu gar keinen Glanzkörper, sondern alle Zellen sind gleichmäßig fein granulirt.

Ich halte diese Körper nicht für aufgenommene Nahrungsbestandtheile, sondern für assimilirte, in Form dieser unregelmäßigen stark lichtbrechenden Körperchen, aufgehäufte Reservestoffe, welche nach und nach wieder gelöst und in die Leibeshöhle abgegeben werden, wo sie die übrigen Organe umspülen und ernähren. Ich glaube, dass die Darmzellen in ihrem inneren granulirten Theile vornehmlich verdauen, die assimilirten Stoffe der Peripherie übermitteln, wo sie wieder zum Verbrauche weiter abgegeben werden; mich bestärkt in dieser Ansicht auch die peripherische Lage der Körperchen in den Zellen. Allerdings kommen auch bei den Embryonen ähnliche Körperchen vor, doch habe ich leider versäumt, sie auf ihre Löslichkeit in Essigsäure und Färbbarkeit zu untersuchen, so dass ich nicht angeben kann, ob wir es mit den gleichen Gebilden zu thun haben; wenn sie aber auch ident sind, so kann dies kein Hindernis für meine Deutung sein, da wohl auch der Embryo durch sein Primitivorgan, das Entoderm, ernährt wird und in demselben die gleichen chemischen Vorgänge mit der dem Embryo mitgegebenen Nahrung stattfinden dürften, wie im späteren Leben mit der direkt aufgenommenen Nahrung.

Es ist auffallend, dass der Darm in zwei Zuständen getroffen werden kann; weit klaffend, von dünnen Wänden umschlossen, wie ihn

Ludwig gesehen hat, und andererseits mit innen sich fast berührenden Zellen, wie in Fig. 7, 10, Taf. XI dargestellt ist. In letzterem Falle sind die Zellen nicht flach, sondern massiv und dick. Der erstere Zustand dürfte mit der Aufnahme von Wasser bez. von Nahrung im Zusammenhange stehen, wobei sich die Darmzellen weit ausspannen müssen und dem Hungerzustande entsprechen.

Zu äußerst sind die Zellen von einer cuticularen Membran umschlossen, wie Ludwig schon gesehen hat. Einem eigenthümlichen Missverständnisse sind Fernald und in Folge dessen auch Stokes zum Opfer gefallen. Fernald, welcher den Text von Ludwig's Arbeit nicht hinreichend studirt zu haben scheint, hielt die in Ludwig's Figuren in ein und derselben Zeichnung sowohl im optischen Querschnitte als in der Flächenansicht abgebildeten Darmzellen für zweierlei Gebilde und beschrieb, in enger Anlehnung an Ludwig's Zeichnung, einen kleinen Zellenbelag noch um die großen Darmzellen, welcher begreiflicherweise, »sehr schwer« zu sehen war, da er nicht existirte. Und so hat auch Stokes eine undeutliche äußere Lage kleiner Zellen sehen zu müssen geglaubt.

Im Kapitel über die Bewegungen mögen die Angaben über die Bewegungen des Darmes nachgesehen werden. Dem Darme äußerlich angelagerte Muskelfibrillen konnte ich nicht nachweisen, doch muss ich erwähnen, dass ich an Querschnitten feine dunkle fibrillenartige Gebilde durch die ganze Dicke des Schnittes parallel zur Längsrichtung des Darmes verfolgen konnte, welche der äußeren Cuticula des Darmes aufgelagert schienen. Doch gestatte ich mir über diese Fibrillen kein endgültiges Urtheil.

Wie Ludwig richtig angiebt, reicht der Endtheil des Ösophagus meist in den Anfang des Mitteldarmes hinein. Nur wenn das Thier sich ganz ausstreckt, wird auch dieser Theil herausgezogen, bei stärkerer Zurückziehung des Vorderdarmes wird ein noch größerer Theil des Mitteldarmes eingestülpt. Dieser Theil des Darmes ist frei von den Glanzkörpern, daher matt grauglänzend mit feiner Granulirung versehen.

Alle Beschreibungen älterer Autoren von pankreatischen Drüsen mögen damit erledigt sein, dass bei keinem Gastrotrichen auch nur eine Spur einer besonderen Darmdrüse zu finden ist. Ich kann nur wie schon v. Siebold erkannte, bestätigen, dass solche Drüsen fehlen und die Angaben auf die verkannten vorstehenden Theile des eingestülpten Vorderendes des Mitteldarmes zurückzuführen sind, welche anders granulirt sind und daher bei schwacher Vergrößerung missverstanden werden konnten.

d. Enddarm.

Historisches. M. SCHULTZE (Nr. 9, 1853, p. 248) macht zuerst eine Angabe über den After, »welcher (der Darm) etwas verengt zwischen den beiden Schwanzspitzen ausmündet«. P. H. GOSSE (Nr. 18, 1864) glaubt, dass die Afteröffnung dorsal liege, wie die Stelle bei *Chaet. larus* (s. system. Theil) beweist, wo er den Darm beträchtlich über der Schwanzgabel mit einer krummen queren Linie enden lässt und hier die »Kloake« vermuthet. Bei *Das. goniathrix* jedoch glaubt er die Kloakenöffnung am »wahren Ende des Körpers« suchen zu sollen, auch beobachtete er daselbst wiederholt die Entleerung der Fäces. E. METSCHNIKOFF (Nr. 19, 1864 p. 454) findet den After am Hinterende (s. Mitteldarm). H. LUDWIG (Nr. 23, 1875, p. 203) sagt: »Mit der Afteröffnung mündet der Chylusdarm nach außen.« »Die Afteröffnung liegt nicht am hinteren Pole der Längsachse des Körpers, wie es die unbestimmte Bezeichnungsweise der Autoren ‚am Hinterende‘ vermuthen lässt, sondern sie befindet sich vor dem hinteren Körperende, und zwar auf der Bauchfläche. Sie hat eine rundliche Gestalt und ihre Umrandung zeigt keinerlei auffällige Differenzirungen (vgl. Fig. 10).« Ferner glaubte LUDWIG selbständige Kontraktionen des Enddarmes zu sehen, doch ist er dessen nicht sicher. O. BÜTSCHLI (Nr. 24, 1876, p. 388) meint: »Der After ist wahrscheinlich etwas rückenständig.« C. H. FERNALD (Nr. 28, 1883, p. 1219) sucht den Anus zwischen den Schwanzanhängen. A. C. STOKES (Nr. 35, 1887, p. 78) schließt sich FERNALD's Meinung an.

An lebenden Thieren lässt sich nur im Moment des Eintretens der Nahrung in den Enddarm seine Abgrenzung vom Mitteldarm erkennen; man merkt, dass er sofort gegen letzteren abgeschlossen wird. Es ist nöthig, die Erscheinungen am lebenden sowohl wie am getödteten Thiere zu beschreiben.

Gewiss ist es auffallend, dass alle Autoren, welche den Enddarm genau untersucht haben, denselben ein ziemliches Stück vor der Schwanzgabel mit einem queren bogenförmigen Ende scharf aufhören lassen (siehe Zeichnungen auf Taf. XV). Auch ich habe dies, so wie es in Wirklichkeit zu sehen ist, in allen dorsalen Ansichten (Taf. XI, Fig. 10, 14, 16) selbst so abgebildet. Thatsächlich scheint der Darm am lebenden Objekte vor den Klebdrüsen aufzuhören. Zu vorderst liegen noch zwei stark granulirte hervorgewölbte Zellen (Fig. 10 *g Z*) an den Seiten, dann wird das Lumen des Darmes spaltförmig quer ausgedehnt. Hier sind die Wände weniger stark granulirt und sehr dünn (*Re*). Diesen Spalt hat LUDWIG für den After gehalten. Doch kann man an dieser Stelle nie den Austritt der Fäces beobachten. Von der Seite ist das Bild ganz undeutlich, da Ovarium, Klebdrüsen und Eier die sichere Abgrenzung des Darmes verwischen.

Gewissheit über diese Verhältnisse bieten nur Beobachtungen am konservirten Thiere. Nach einem solchen ist Fig. 9 der Taf. XI entworfen. Durch einen deutlichen, von Ringmuskeln gebildeten Sphincter (*Sph*) vom Mitteldarm (*D*) getrennt, erweitert sich der Enddarm (*Ed*) ähnlich, wie der Blasendarm der *Philodiniden*, birnförmig. Seine Zusammensetzung aus großen Zellen ist deutlich. Er erstreckt sich bis zu den Klebdrüsen, wo im Leben der von dünnen Wänden umstellte quere Spalt zu finden ist. Dieser Theil, der sonst kollabirt ist und nur beim Durchtritt der Fäces sich erweitert, ist das Rectum (*Re*), welches am konservirten Thiere nur durch die dünnere Wand vom Blasendarme verschieden ist. Das Rectum erhebt sich über die Klebdrüsen an die dorsale Seite des Thieres und mündet hier aus. Im optischen Längsschnitte sieht man das Umbiegen der Cuticula in den Anfang des Rectums deutlich vor sich gehen. Nun findet man den dorsalen After auch am lebenden Thiere, bei *Lepid. squammatum* Dujardin (Taf. XII, Fig. 9 *A*) als dunklen Fleck, median knapp über der Schwanzgabel, bei *Chaetonotus maximus* Ehrb. (Taf. XII, Fig. 10 *A*) etwas hinter den beiden Tasthaaren, über den drei starken Borsten und weiter vom Ende weg. An Flächenschnitten sah ich bandartig und cylindrisch geformte Fibrillen über den Enddarm gelagert, welche wohl als Muskeln anzusehen sein werden, die das Austreiben der Fäces und Schließen des Anus unterstützen. Genauere Beobachtungen zeigen auch das Austreten der Fäces dorsal an der beschriebenen Stelle.

Durch die Feststellung der dorsalen Lage des Gastrotrichenafters erscheint die große Schwierigkeit, welche darin lag, dass bei den *Räderthieren* der Fuß ventral, bei den *Gastrotrichen* dorsal sein sollte, was einer eingehenden Vergleichung beider Organe im Wege stand, beseitigt. Der Darm der *Gastrotrichen* hat, vom Mitteldarm angefangen, die gleichen typischen Stücke, wie der Räderthierdarm, er besitzt eben so wie diese einen Blasendarm und ein besonderes Rectum und mündet über dem Gabelschwanze aus.

10. Leibeshöhle.

Historisches. M. Schultze (Nr. 9, 1853) spricht bei Vergleichung der *Ichthydinen* mit den *Turbellarien* p. 252 davon, dass der Darmkanal der *Ichthydinen* eine gegen das Körperparenchym scharf abgesetzte, zum Theil sehr muskulöse Hülle habe. P. H. Gosse (Nr. 18, 1864) spricht bei *Chaet. Slackiae* von einer Körperhöhle, durch welche die Wassergefäße sich schlängelten. E. Metschnikoff (Nr. 19, 1865) meint, dass die unter der Cuticula liegende körnige Schicht unmittelbar in das Parenchym übergehe (s. Kap. Haut). H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 218) gebraucht zuerst den Namen Leibeshöhle. »Dieselbe ist namentlich im vorderen Abschnitte deutlich erkennbar, während sie im hinteren Abschnitt durch die Generationsorgane völlig ausgefüllt wird. In dem erstgenannten Bezirke habe ich mich davon überzeugt, dass die sie begrenzende Körperwand nach innen von einer in Zellen gesonderten Substanzlage bekleidet ist, wie ich dies in den Abbildungen anzudeuten suchte und von welcher ich bei der Frage nach dem Nervensystem unserer Thierchen schon gesprochen habe.« O. Bütschli (Nr. 24, 1876) spricht im Texte nicht von der Leibeshöhle, zeichnet aber in Fig. 6 Taf. XXVI ein geblähtes Exemplar von *Chaet. Schultzei* Metschnikoff, an welchem die Leibeshöhle deutlich zu sehen ist.

Ein Körperparenchym, wie bei den *Turbellarien*, fehlt den *Gastrotrichen* gänzlich, indem eine abgegrenzte, nur mit farbloser Flüssigkeit erfüllte Leibeshöhle die inneren Organe beherbergt. Da denselben die äußere Haut im Leben eng anliegt, wird sie nur an einzelnen Punkten, wo Spalten zwischen den Organen auftreten, sichtbar. Leicht kann sie aber künstlich durch Blähung des Thieres dargestellt werden.

Die von Ludwig gesehenen Zellen, welche gleichsam die Leibeshöhle vorn auskleiden sollten, haben diese Funktion nicht, sondern gehören dem Gehirne an. Die Leibeshöhle der *Gastrotrichen* hat keine epitheliale Auskleidung, sondern steht wie die der *Räderthiere* auf dem Stadium der primären Leibeshöhle. Desshalb fehlt auch jede Zellenumkleidung des Darmes, welche irrthümlicherweise von Fernald angegeben wird (s. Mitteldarm).

Die Leibeshöhlenflüssigkeit ist eine gerinnbare Substanz, wie man nach Essigsäurezusatz sehen kann. Es hört die Brown'sche Molecularbewegung von in der Leibeshöhle befindlichen Körperchen sofort auf, da die dieselben suspendirt haltende Flüssigkeit gerinnt. Auch wenn bei starkem Drucke die Haut platzt und Körnchen von Plasma mit Leibeshöhlenflüssigkeit in das Wasser austreten, hört auf Essigsäure jede Molecularbewegung derselben auf, was nur durch Gerinnung erklärbar ist.

11. Gabelschwanz oder Fuß.

Historisches. C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838, p. 387) sagt: »Ein Gabelfuß ist bei *Chaetonotus* und *Ichthydium*.« Ähnliche, nichtssagende Angaben finden wir bis zur Arbeit Ludwig's bei den übrigen Autoren. H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 203—205) giebt ausführliche Auskunft über den Bau dieses Organs. »Bei aufmerksamer Betrachtung mit stärkeren Linsensystemen lässt sich hingegen zunächst erkennen, dass jede Schwanzspitze in zwei Glieder zerfällt, in ein Basalglied und ein Endglied, das wir wegen seiner Form den Endgriffel nennen können. Das Basalglied setzt sich nicht scharf von dem Körper des Thieres ab, sondern entspringt breit unter allmählicher Verjüngung aus demselben. Dasselbe grenzt sich durch eine feine aber deutliche schief von der Mittellinie des Thieres nach vorn und außen verlaufende Linie von dem Endgriffel ab.« (Die Maße für beide Theile s. system. Theil, *Chaet. larus.*) Der Endgriffel wird als eine cuticulare Abscheidung angesehen, welche in ihrer Mittellinie eine Durchbohrung besitzt. Durch diese Röhre tritt ein Klebstoff aus, welcher als winzige Tröpfchen aus ihr heraustritt, er beobachtete auch das Klebenbleiben von Fremdkörperchen an den Schwanzspitzen. »Wo aber wird das klebrige Sekret selbst producirt? In dem Basalgliede der Schwanzspitzen und weiter in das Innere des Körpers eine Strecke weit hineinragend, erkennt man eine bläuliche, homogene Masse, in welche ein heller, runder Fleck eingelagert ist. Obschon es mir nicht gelang dies ganze Gebilde in deutlicher, allseitiger Begrenzung sichtbar zu machen, stehe ich doch nicht an, dasselbe für eine und zwar einzellige Drüse zu erklären, deren Ausführungsgang eben jener feine, den Endgriffel durchbohrende Kanal ist. Der erwähnte helle, runde Fleck wäre demnach als Kern der Drüsenzelle in Anspruch zu nehmen. Ich kann nicht unterlassen, schon an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass diese, bislang völlig unbekannt gebliebene Drüse sich vergleichen lässt mit den Drüsen, welche im Fuße der Räderthiere liegen.« »Als passender Namen für diese Drüsen empfiehlt sich die Bezeichnung ,Klebdrüse'«. O. Bütschli (Nr. 24, 1876) findet keine Drüsen, wohl aber beschreibt er p. 389 (s. Kap. Muskel) jederseits zwei Muskelzellen, welche je einen Fortsatz in den entsprechenden Furcalansatz senden und die Kontraktion dieses Organs bewirken. H. A. Pagenstecher giebt (Nr. 25, 1881, Bd. IV. p. 332) einen Auszug aus Ludwig's Angaben. Eigene Beobachtung fehlt. Bei C. H. Fernald (Nr. 28, 1883, p. 1218) findet man Folgendes: »Das Hinterende des Thieres ist gabelig und endet in zwei Schwanzanhänge, welche ganz beweglich sind; jeder besteht aus zwei Hälften und ist am Ende in eine kleine Scheibe erweitert. In dem basalen Theile jedes Schwanzanhanges ist eine Drüse mit einem Ausführungsgang, welcher sich am Ende des Anhanges in der Mitte der Scheibe öffnet. In Betrachtung der Bewegungen dieses Thieres schließe ich, dass die Scheibe als ein Saugorgan dient und dass das Sekret dieser Drüse seiner Natur nach klebrig ist, denn, wenn die Thiere nicht schwimmen, bringen sie ihre Schwanzanhänge an passende Objekte und halten sich mit diesen an der betreffenden Stelle fest, oder schwingen sich je nach Gutdünken nach der einen oder anderen Seite.« A. C. Stokes (Nr. 35, 1887, p. 80) giebt nur einen Auszug aus Ludwig's und Fernald's Schilderungen, welchem er ein wörtliches Citat aus Fernald beifügt. Für *Ichth. concinnum* giebt er an, dass die zwei Schwanzdrüsen sehr groß und leicht sichtbar seien, für *Chaet. formosus*, dass sie gewöhnlich sichtbar, bisweilen sehr deutlich seien.

Der Gabelschwanz kommt nicht allen *Gastrotrichen* zu; er fehlt allen *Apodinen*.

Man kann an ihm zwei Theile unterscheiden, welche man am besten als Basal- und Endtheil bezeichnen wird. Ich wähle den von Ludwig vorgeschlagenen Ausdruck »Glied« nicht, da man es hier nicht mit Gliedern zu thun hat (Taf. XI, Fig. 4); setzt sich schon der Basaltheil gar nicht scharf vom Rumpfe ab, sondern geht, wie bei den *Räderthieren*, allmählich daraus hervor (bei einer einzigen Form *Chaeton. persetosus* mihi, Taf. XIV, Fig. 6, sind die Basaltheile durch eine deutliche Linie vom Rumpfe geschieden), so ist eine gliedernde Abtrennung des Endtheiles eben so wenig zu konstatiren. Das Lumen verjüngt sich an dem Übergange vom Basaltheil zum Endtheil allerdings sehr rasch, die bis dahin vorhandene Bekleidung der Cuticula mit Stacheln oder Schuppen, welche, wofern eine solche dem Thiere überhaupt zukommt, auch am Basaltheile vorhanden ist, hört an dieser Stelle auf und statt der weichen Haut sehen wir hier eine harte gekrümmte Röhre mit stark lichtbrechenden Wänden, aber eine Abgliederung findet nicht statt. Jene quere krumme Linie, die Ludwig dazu verleitete, hier eine Gliederung anzunehmen, ist nichts Anderes, als der Rand der Insertion des seitlichen Schwanzmuskels. Wird der Gabelschwanz nach unten geschlagen, in welchem Falle die Endröhren eine bedeutende Lageveränderung erfahren, so findet die Abbiegung nicht an der Übergangsstelle statt, sondern etwas vor derselben, wo die Haut noch so weich wie am übrigen Körper ist (Taf. XI, Fig. 9). Der Endtheil wird Anfangs allmählich schmäler, dann bildet er ein gleichmäßig cylindrisches Rohr, das quer abgeschnitten aufhört. Eine Verbreiterung an diesem Ende, etwa in Form einer kleinen Scheibe, ist nicht vorhanden; FERNALD's diesbezügliche Angabe beruht auf einer optischen Täuschung, hervorgebracht durch die Krümmung des Rohres.

Fast bei allen *Euichthydinen* ist der Gabelschwanz in einer wenig verschiedenen Weise ausgebildet und die einzigen Differenzen liegen in der relativen Länge von Basal- und Endtheil; nur bei *Lepid. rhomboides* Stokes (Taf. XV, Fig, 4*b*) ist eine bisher sonst nirgends wiedergefundene Form des Fußes beschrieben worden; die Endtheile sind $^1/_3$ von der Länge des ganzen Thieres, also so lang, wie ein ganzes *I. podura* O. Fr. Müller und sind aus 20 Ringen zusammengesetzt, deren jeder sanduhrförmig eingeschnürt ist; STOKES schildert diese Endtheile als frei beweglich und einkrümmbar, konnte aber leider über die Muskeln nichts erfahren, so dass wir im Unklaren darüber sind, ob die einzelnen Ringe gegen einander verschoben werden können, wie etwa bei den *Räderthieren*, oder der Endtheil nur als Ganzes bewegt werden kann, wie bei den anderen *Gastrotrichen*. Etwas Ähnliches wird von *Chaet. longicaudatus* Tatem beschrieben.

Im Inneren des Schwanzes ist der Klebdrüsenapparat (Taf. XI, Fig. 4 Kl_1, Kl_2) angebracht. Jederseits beginnen dicht am hier dorsal aufsteigenden Darm zwei Drüsen, welche sich spitz ausziehen und mit ihren Fortsätzen in das Endrohr hineinreichen; hier verliert sich die Theilungslinie zwischen beiden Fortsätzen ganz, die Endröhre wird nur von einem Drüsengange durchzogen.

Diese Verhältnisse können nur an gefärbten Objekten untersucht werden, an welchen man leicht den von der chitinigen Wand getrennten plasmatischen körnigen Drüsenfortsatz bis an die Mündung des Rohres verfolgen kann. Die äußere, größere der beiden Drüsen jeder Seite erweist sich als mehrkernig und als ein syncytiales Organ, die innere ist einzellig. Die Drüsenkomplexe kommen sich in der Mittellinie sehr nahe und laufen schief aus einander nach hinten. Zwischen ihnen inseriren sich die inneren Äste der ventralen hinteren Muskeln.

Wie schon oben berührt, grenzt sich der Gabelschwanz unsicher vom Rumpfe ab; ventral könnte man die Ausdehnung der Drüsen als Kriterium dafür annehmen, dorsal müssen wir so wie bei den *Räder-*

thieren, denen dieses Organ als sogenannter Fuß zukommt, den After als Grenzstein ansehen. Es wird dann der Gabelfuß nicht aus zwei ganz getrennten Theilen bestehen, wie nach der Eintheilung Ludwig's, sondern ein am Hinterende liegendes verschmälertes Körperstück, welches in zwei Gabeltheile ausläuft, vorstellen. In dieser Darstellung ist er dem Räderthierfuße vollkommen entsprechend, der unpaare Theil unter dem After entspricht den einzelnen Fußgliedern des Räderthierfußes, die Gabeltheile sind stark veränderte Organe, welche den Zehen jener Räderthiere, welche sie von den Drüsengängen durchbohrt haben, entsprechen.

Die Funktion wurde von Ludwig richtig gedeutet, diese Drüsen scheiden einen Klebstoff ab, der wie bei den Räderthieren zum Anheften des Körpers dient. Die mittels dieses Klebstoffes befestigten Thiere wirbeln sich ihre Nahrung herbei, indem sie wie ein einseitig verankertes Schiff hin und her schwanken. Rasches Einschlagen des Gabelschwanzes und stärkeres Wirbeln reißen sie nach Belieben los. Gleich Ludwig konnte auch ich das Nachziehen von angeklebten Fremdkörpern beobachten; mitunter war eine ganze lange Kette von Algen, Sandkörnchen etc. ins Schlepptau genommen und erschwerte dem mühsam sich vorwärts bewegenden Thiere die Arbeit bedeutend. Starke Vergrößerungen ließen hier den langen verbindenden Sekretfaden erkennen.

Eine Saugnapfwirkung den Drüsenmündungen zuzuschreiben, wie dies Fernald gethan hat, ist unmöglich, es fehlen dafür alle nöthigen Bedingungen; es ist kein Organ da, welches als Stempel der Pumpe hin und her bewegt werden könnte.

Die von Bütschli beschriebenen zwei Muskelfortsätze, welche in den Endtheil hineinreichen sollten, sind keine Muskeln, sondern die bei der eingetretenen Blähung homogen gewordenen Drüsenzellen.

12. Weibliche Geschlechtsorgane und Reifen der Eier.

Historisches. C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838) sagt p. 387 im Allgemeinen: »Als weiblicher Sexualorganismus ist bei zwei Gattungen ein Eierstock mit wenigen großen Eiern erkannt« und p. 389 bei *Chaetonotus*: »Periodisch bilden sich neben dem Darme nach hinten, in einem nicht direkt beobachteten Eierstocke, ein bis drei einzelne große Eier« und endlich sah er das Legen des Eies bei *Chaet. maximus* (s. system. Theil). M. Schultze (Nr. 9, 1853) beschreibt p. 248, 249 das Ovar folgendermaßen: »Zwischen dem Darm und der Rückenhaut liegen die Generationsorgane, in dem kuglig aufgetriebenen Hinterende des Thieres der Eierstock mit wenigen sehr blassen Eikeimen von feinkörniger Dottermasse umgeben, welche in dem vorderen Theile dieses Organs sich in größerer Menge abgelagert findet, woselbst gleichzeitig die Eikeime weiter aus einander rücken.« »Die Geschlechtsöffnung konnte ich nicht entdecken.« Schmarda (Nr. 14, 1861, II, p. 7) hat bei *Chaet. jamaicensis* zwei Eier gesehen und auf Taf. XVII, Fig. 148 gezeichnet, ohne sie aber erkannt zu haben. »Bei einer Form aus Jamaika fand ich zu beiden Seiten desselben, in seiner zweiten Hälfte, zwei lange cylindrische Körper, an ihren beiden Enden etwas zugespitzt und mit einem feinkernigen Inhalte gefüllt.« P. H. Gosse (Nr. 18, 1864) spricht p. 394 bei *Chaet. larus* von einem Reproduktionssystem im unthätigen Zustande (s. system. Theil), doch erfahren wir eigentlich nichts über seine Lage. Etwas bestimmter ist die bei *Dasydytes goniathrix* gegebene Beschreibung, doch soll das Ovar auf dem Rücken des Darmes liegen. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 454) berichtet Folgendes: »Was die Geschlechtsverhältnisse unserer Thiere betrifft, so muss ich gestehen, dass meine Kenntnisse darüber noch lange nicht vollständig sind. So viel ist aber jedenfalls gewiss, dass alle von mir untersuchten Arten getrenntgeschlechtlich sind, also nicht hermaphroditisch, wie das Schultze, wahrscheinlich bloß nach Untersuchung befruchteter Weibchen annimmt. Die weiblichen Geschlechtsorgane haben bei allen von mir untersuchten geschlechtsreifen Individuen denselben einfachen Bau, den Schultze für seine Arten beschrieben hat.« Eine von sorgfältigem Studium zeugende aber in der Deutung irrige Beschreibung lieferte Ludwig (Nr. 23, 1875 p. 206, 207), indem er das Ovarium als eine über und neben dem Darme gelegene homogene feinkörnige Substanz mit verschieden großen Kernen beschreibt. »Nur um denjenigen Kern, der zunächst zum Keimbläschen eines heranreifenden Eies wird, ist die Grundsubstanz des Eierstockes deutlich abgegrenzt. Zugleich mit dem weiteren Wachsthum des jungen Eies findet eine Ansammlung stärker lichtbrechender fettartig glänzender, kleiner Körnchen (Deutoplasma) im Zellenleibe desselben statt. Das Keimbläschen erscheint nur durch eine sehr zarte Kontour von dem Dotter abgegrenzt und ist gegen mechanische Einwirkung sehr nachgiebig: so erblickt man bei Kontraktionen des Thieres, welche einen Druck auf das eingeschlossene Ei ausüben, wie das Keimbläschen dieser Druckwirkung entsprechend passiv seine Gestalt ändert, sobald aber der Druck aufhört, seine frühere runde Form zurückkehrt. Es ist wasserklar und umschließt einen relativ großen, stark lichtbrechenden Keimfleck, der bald ganz homogen erscheint, bald wiederum kleinere Bläschen in sich einschließt. Die Zellen des Eierstockes reifen nicht gleichzeitig, sondern nach einander zu Eiern heran und man findet immer nur ein reifes oder der Reife nahes Ei in den einzelnen Individuen. Hat das Ei eine gewisse Größe erreicht, so erblickt man dasselbe noch innerhalb des mütterlichen Thieres mit einer doppelten Kontour umgeben. Diese Membran entsteht, da eine andere Herkunft nicht wohl denkbar ist, durch die Thätigkeit der Eizellen, und muss daher als Zellmembran des Eies, d. h. Dotterhaut bezeichnet werden. Stets ist es von den Kernen des Eierstockes der am meisten nach vorn gelegene, um welchen sich die protoplasmatische Grundsubstanz zur Bildung eines distinkten Zellkörpers und weiterhin des Eies abgrenzt. Die zellige Masse des Ovariums wird von keiner besonderen Membran umschlossen. Ein besonderer Ausführungsgang des Eierstockes lässt sich nicht erkennen, wohl aber eine Geschlechtsöffnung in der Körperwandung.« »Betrachtet man ein Individuum von oben, so erblickt man am hinteren Körperende über der Gabelung des Fußes (also entsprechend der Ehrenberg'schen Angabe) hinter den letzten Rückenstacheln, genau median gelegen, einen kurzen, stumpfen, einem quer abgestutzten Kegel ähnlichen Fortsatz der Körperwandung, welcher nach hinten über das Niveau der Körperoberfläche hervorragt.« »Ein Zweifel daran, dass durch das beschriebene Gebilde die Eier bei der Ablage hindurchtreten, kann nicht bestehen, da Ehrenberg, was mir allerdings selbst nicht gelang, das Legen des Eies direkt beobachtet hat.« Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 389) fasste sich bedeutend kürzer: »Bekanntlich hat schon Metschnikoff die Angabe von M. Schultze, dass unsere Thiere Zwitter seien, zurückgewiesen, ich kann mich dieser Ansicht nur anschließen.« »Die weiblichen Geschlechtsorgane, d. h. die von hinten nach vorn auf einander folgenden unreifen bis reifen Eizellen, sehe ich immer in je einer Reihe auf den Seiten des Darmes geordnet, es sind also paarige Eierstöcke vorhanden, nicht ein unpaarer auf dem Darm liegender, wie die früheren Beobachter angaben. Von Ausführungsgängen und Geschlechtsöffnungen ließ sich nichts mit Sicherheit wahrnehmen, wenn man nicht etwa die in Fig. 6 angedeuteten, nach der Mittellinie des Thieres ziehenden Querstränge, die vom hinteren Ende der hier schon sehr reducirten Eierstöcke entspringen, als Ausführwege in Anspruch nehmen will.« FERNALD (Nr. 28, 1883, p. 1219) war wenig glücklich in seiner Erforschung des Ovars: »In der Medianlinie über dem Darme ist das Ovarium gelegen, in welchem zur Zeit nur ein Ei entwickelt ist. Dieses Ei ist sehr groß im Vergleiche zur Größe des Thieres selbst. Der Nucleus ist aber vor der Ablegung des Eies deutlich sichtbar. Dem Oviducte ist bis zu seinem Ausgange unmittelbar über dem After leicht nachgespürt. Ich habe oft dieses Thier seine Eier ablegen gesehen, was, obgleich sie so groß sind, doch gar keine Unbequemlichkeit zu verursachen scheint. Mitten in seiner trägen Bewegung und im ruhigen Fraße blieb das Thier plötzlich stehen, und während es sich leicht krümmte, wurde das Ei mit einer deutlichen Muskelkontraktion abgelegt und zwar in einer Zeit nicht länger als eine Sekunde, nach welcher das Thier sofort zum Fraße zurückkehrte, als ob nichts Besonderes vorgefallen wäre.« Interessant ist es die Angaben von STOKES (Nr. 35, 1887, p. 82) damit zu vergleichen, indem man daselbst eine überraschend übereinstimmende Schilderung findet, daher von deren Anführung abgesehen wird. Noch überraschender ist die Angabe von der ungewöhnlichen Länge des Oviductes bei *Ichth. sulcatum* (s. system. Theil).

Keinem der bisherigen Untersucher ist es gelungen, die Ovarien wirklich zu finden, alle haben schon weiter entwickelte Eier für Ovarien angesehen. Man kann diese Organe nur an konservirten und gefärbten Thieren studiren.

Die Ovarien sind paarig und liegen hinter der Einschnürung, welche den birnförmigen Enddarm vom Mitteldarm trennt, der Wand des Enddarmes ventral und seitlich dicht an. Um den Anfang der Ovarien gut sehen zu können, muss man die Ventralansicht zu gewinnen suchen (Taf. XI, Fig. 14). Zu beiden Seiten am Enddarme beginnt eine Gruppe von Zellen (*Ov*) mit einer kleinen Zelle, welcher Zelle zwei und weiter hinten auch mehrere immer größer werdende Zellen folgen können. Sie bleiben immer dicht am Darme und steigen erst später allmählich seitlich herauf (Taf. XI, Fig. 15). Die hinterste von ihnen ist bedeutend größer und zwar jene der einen Seite größer als die der anderen, entsprechend der alternirenden Reife der Eier beider Seiten (Fig. 14 O_3, O_4). Hier ist es bereits als kleines Ei zu erkennen. Es ist mit auffallend großem Kerne versehen und mit gleichartigem, mattglänzendem Plasma erfüllt. Bisher sind die sich entwickelnden Eikeime von den vorn sich neu bildenden nach hinten geschoben worden, nun wandern sie an der Seite hinauf, so dass mitunter ein ganzer Streifen junger kleiner Eier am Enddarm seitlich hinaufreicht, welche nach und nach zur Reife schreiten. Die Verschiedenheit der Ausbildung der Eier an den beiden Seiten ist so groß, dass dieser Streifen an der einen Seite aus lauter großen Zellen, an der anderen nur aus kleinen Keimen gebildet wird. Das Alterniren scheint demnach nicht immer so vor sich zu gehen, dass regelmäßig die linke und rechte Seite in der Reife abwechseln, sondern dass jede Seite eine größere Anzahl von Eiern fertig zu stellen hat, ehe die andere darankommt. Je mehr die Eier an die Seite kommen, desto mehr dehnen sie sich nach vorn aus und erhalten nun, dem Darme dicht anliegend, reichliche Nahrungsstoffe, wie man an dem Auftreten von dichten Granulis im Eiplasma erkennen kann. Man findet links und rechts vom Darme solche wachsende Eier. Sie wurden von Bütschli als Ovarien erklärt.

Das am meisten im Wachsthum vorangeschrittene Ei rückt nun, immer dem Darme, von dem es seine Nahrung bezieht, dicht anliegend, auf den Rücken und deckt nun die eine Seite ganz, die andere zum Theil zu (Fig. 13 O_1). Kern und Kernkörperchen werden immer größer, die Granulirung des Plasmas nimmt zu und ist namentlich im hinteren Ende besonders stark. Man sieht aber (Taf. XI, Fig. 13) außer dem Kerne dieses Eies noch den des unfertigen der anderen Seite und hinten in der Tiefe auf jeder Seite mindestens noch den Kern des hintersten großen Eikeimes. Bei geringem Drucke schon sind die Umrisse der einzelnen Eier verwischt und man glaubt dann eine einheitliche Masse mit Zellkernen zu sehen. Dies wurde von M. Schultze an fast durchgehends als unpaares dorsales Ovar beschrieben, nur Bütschli macht, wie dargelegt, eine Ausnahme. An guten Präparaten kann man die Eier desselben Objektes, der Größe nach durchmusternd, alle Wachsthumsstadien derselben verfolgen; ein solches Präparat ist in den Figuren 14, 15 abgebildet.

Schon während das Ei noch an der Seite lag, traten kleine, zerstreut liegende, stark lichtbrechende Körperchen im Plasma auf (Fig. 13 *Do*). Allmählich gewinnen sie anscheinend Scheibenform und rücken an die Peripherie, dabei liegen sie aber unregelmäßig angeordnet und im hinteren Theile des Eies in gehäufterem Maße. Im Profil sieht man sie eingebaucht, mit einer schüsselförmigen Einbuchtung versehen. Sie entwickeln sich aus hellen Kugeln, welche an einer Seite eine stark lichtbrechende Calotte erhalten, die auf Kosten der Kugeln größer werden und schließlich allein übrig bleiben; daher auch die Schüsselform dieser Plättchen. Entsprechend dieser Vertiefung treten bei Verschiebung des Tubus im Centrum und der Peripherie abwechselnd Licht und Dunkelheit auf.

Das Ei, das bisher nur Rücken und Seiten eingenommen hat, wächst nun enorm und zwar so, dass es mit Zunehmen seiner ellipsoiden Form Darm und die anderen Eier zur Seite schiebt (Taf. XI, Fig. 8 O_2) und vom Rücken zum Bauche reichend den größten Theil der Leibeshöhle einnimmt. Die schüsselförmigen Körperchen liegen zu äußerst an der Peripherie (*Do*) und messen in der langen Achse 0,00188 mm, in der kurzen 0,00125 mm. Eine Dotterhaut findet sich früher und in diesem Stadium nicht. Die erwähnten Körperchen färben sich in Karmin intensiv, stärker als der Zellkern, und erweisen sich als plasmatische Gebilde, indem sie durch Essigsäure zum sofortigen Zerfließen gebracht werden; sie sind als Dotterelemente anzusehen. Merkwürdigerweise finden sich im feingranulirten Plasma des konservirten Eies Straßen lichteren Plasmas, welche zwischen den Dotterschüppchen beginnen und radiär nach innen laufend sich allmählich verlieren. Der Kern (*Ke*) des reifen Eies ist enorm groß und misst im Querschnitte bei *Chaet. maximus* Ehrb. an konservirten Objekten im langen Durchmesser 0,0125 mm, im kurzen Durchmesser 0,01 mm, ist also schon halb so groß als das ganze Ei im Querschnitt misst, indem dessen lange Achse 0,025 mm, dessen kurze 0,0225 mm hat. Das Plasma des Kernes ist gröber granulirt als das des Eies. Das Kernkörperchen (*Kk*) ist, wie der Kern und das Ei, ellipsoid. Sein Querschnitt zeigt an Präparaten nur 0,0025 mm Durchmesser. Bei einem 0,14 mm langen lebenden Exemplar von *Chaet. maximus* Ehrb. war das nicht ganz reife Ei 0,06 mm lang und 0,028 mm breit, der Kern 0,015 mm lang, 0,0125 mm breit, das Kernkörperchen 0,005 mm lang, 0,0025 mm breit. Die Maße des Kernes stimmen nicht mit denen an konservirten Objekten überein, was auf Rechnung der unvermeidlichen Schrumpfung zu schieben ist. Bei einem lebenden *Lepiderma squammatum* Duj. war unter gleichen Verhältnissen der Kern 0,01375 mm, das Körperchen 0,0063 mm lang.

Eine die Eier, sowie das Ovarium einer Seite umschließende Haut fand ich nicht. Allerdings kann ich nicht verschweigen, dass ich einmal nach sehr starker Quetschung von je einem Ei einen Fortsatz, und zwar vom rechtsliegenden einen gefalteten, vom linksliegenden einen granulirten unter den aufsteigenden Enddarm hinein laufen sah, doch glaube ich entscheiden zu können, dass dies keine normale, sondern eine durch die starke Quetschung hervorgerufene Erscheinung war. Bei starkem Drucke weicht die weiche Eimasse überall hin aus und schmiegt sich in Fortsätzen zwischen die anderen Organe hinein, so dass man sie eben so gut zwischen den Ganglien des Gehirnes in einzelnen Lappen finden kann, wo sie vorher nicht zu treffen war.

Ganz unverständlich ist die von Fernald ins Leben gerufene Ansicht von einem Oviducte, der auch Stokes huldigt; wenn eine Umhüllung vorhanden wäre, müsste sie wie die Ovarien paarig, und es müssten zwei

Oviducte zu sehen sein. Die Frage nach dem Ausführungsgange der Ovarien ist meiner Ansicht nach neben der vom Hoden die schwierigste der Gastrotrichenanatomie. Ich glaube, dass die Verhältnisse eben so niedrig liegen wie bei *Dinophilus*; wenn aber Oviducte vorhanden wären (siehe die beschriebenen Stränge nach hinten), so wird die Sache sich wohl so verhalten, wie bei verwandten, mit paarigen Ovarien versehenen *Räderthieren*. Die Austreibung eines Eies konnte ich trotz aller Bemühung nie direkt mit starken Linsen beobachten. Daher bin ich nicht in der Lage die Angaben der früheren Forscher zu kontrolliren. Ludwig giebt bei *Chaet. larus* O. Fr. Müller, wie bekannt, eine über der Schwanzgabel gelegene konische Öffnung für die weibliche Geschlechtsöffnung an.

13. Das abgelegte Ei und der Embryo.

Historisches. C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838) erwähnt bei allen ihm bekannten Arten der Eier (s. system. Theil) und schildert sie bis auf die von *Chaet. brevis*, welche kleiner zu dreien vorhanden sein sollten, als groß mit Keimbläschen versehen und einzeln auftretend. M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 248, 249) berichtet: »Vom Eierstock abgeschnürt, unmittelbar an das vordere Ende desselben anstoßend, findet man häufig ein großes ovales Ei von $^1/_{36}$—$^1/_{40}$ ''' längsten Durchmesser, mit dicker, farbloser, in kalter Kalilauge unlöslicher Schale. In denselben konnte ich, wie Ehrenberg, das Keimbläschen mit dem Kern stets deutlich erkennen. Eine Entwicklung der Eier scheint somit im Körper des Mutterthieres nicht stattzufinden.« P. H. Gosse (Nr. 18, 1864, p. 400) scheint ein einziges Mal ein entwickeltes Ei und zwar bei *Das. goniathrix* gesehen zu haben. E. Metschnikoff bringt (Nr. 19, 1864, p. 454) eine neue Beobachtung: »Wie ich bei *Chaet. larus* entdeckt habe, produciren dieselben zwei Arten von Eiern, welche offenbar als sogenannte Sommer- und Wintereier die bei den Rotatorien längst bekannte Erscheinung wiederholen. In einigen Exemplaren fand ich nämlich in der Leibeshöhle eine Anzahl (bis zu 15) ovaler, von 0,19—0,026 mm langer Eier (Taf. 35, Fig. 50 *n*), die der dicken Eihüllen entbehrten und im Furchungsprocesse begriffen waren. Wir dürfen diese bisher unbekannte Form wohl als Sommereier betrachten. Die schon von anderen Forschern beobachteten Wintereier haben bekanntlich andere Eigenschaften: sie sind bei derselben Art, bei welcher ich die Sommereier gefunden habe, 0,06 mm lang, tragen eine dicke Schale und werden nach außen abgelegt.« H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 208) fand nur hartschalige Eier: »Nach meinen Messungen finde ich, dass das abgelegte Ei des *Chaet. larus* nicht die von Metschnikoff angegebene Größe besitzt, sondern nur 0,043 mm in seinem längsten Durchmesser misst (Keimbläschen = 0,0115 mm). Da ich die Thiere nur in den Monaten November und December und dann wieder Anfangs April untersuchte, kann ich mich über den Metschnikoff'schen Fund von Sommereiern nicht aus eigener Anschauung äußern, hege jedoch durchaus keinen Zweifel an der Richtigkeit derselben.« p. 213: »Später hat er (der Embryo) eine zusammengekrümmte Lage, und zwar so, dass die Bauchseite des hinteren Körperabschnittes die Bauchseite des vorderen bedeckt. Die glänzenden Körnchen, welche sich in den Darmzellen des ausgebildeten Thieres finden, erblickt man ziemlich frühzeitig im Inneren des Embryo, woselbst sie, entsprechend den beiden Zellreihen, welche den Darm konstituiren, in zwei Längsreihen neben einander liegen. Sie schienen mir bei den Embryonen kleiner zu sein, als bei den ausgebildeten Thieren, aber eben so zahlreich.« »Sein Kopfende liegt zwischen den Schwanzspitzen, deren Endgriffel von rechts und links den vordersten Leibesabschnitt in sich fassen. Beim Ausschlüpfen des Embryo findet kein regelmäßiges Aufspringen (etwa durch einen Deckel) der Eihaut statt, sondern es verliert dieselbe in der Umgebung des Kopfendes an Festigkeit und wird hier durch die gleichzeitig von den sich aufrichtenden Rückenstacheln ausgeübte Zerrung zerrissen. Die Wimpern der Bauchfläche beginnen schon innerhalb des Eies ihre Thätigkeit.« Auch Bütschli sah (Nr. 24, 1876, p. 389) nur eine Art der Eier: »Das reife Ei verliert schon bevor es abgelegt wird sein Keimbläschen. Metschnikoff will, ähnlich wie bei den Räderthieren, zweierlei Eier beobachtet haben; ich sah nur die großen Eier, von welchen immer nur eines auf einmal zur Reifung kommt.« Ludwig hält auch später (Nr. 32, 1886, p. 821) an der Angabe Metschnikoff's von Sommer- und Wintereiern fest. A. C. Stokes (Nr. 35, 1887. p. 83) schreibt darüber Nachstehendes: »La membrane de l'oeuf est molle et flexible, et celui-ci est souvent très comprimé et diversement déformé pendant le passage, déformation qu'il conserve quelques secondes après son expulsion. Il n'est pas fixé d'une manière permanente à un object submergé, mais lâché là où l'animal se trouve à prendre sa nourriture, et abandonné aux risques d'être dévoré par quelque ver Turbellarié ou un autre des innombrables ennemis qui abondent dans la couché superficielle de la vase. Néanmoins, les oeufs de plusieurs espèces sont protégés par une armure d'épines, de papilles ou de poils raides. Mais d'autres sont tout à fait lisses ou seulement couverts de rugosités granulaires. A ce propos, c'est un fait curieux qu'un côté de la membrane de l'oeuf est toujours privé de défense, les épines et autres productions protectrices étant toujours limitées à un côté et aux deux extrémités. Il n'est pas moins intéressant que la même espèce puisse pondre des oeufs dont l'ornementation diffère grandement, comme un réseau de lignes saillantes ou des papilles pentagonales creuses, ou de longues épines à l'extrémité triradiée ou quadripartite. J'avais d'abord supposé que chaque espèce pond des oeufs marqués d'un dessin exterieur caractéristique, mais une observation un peu prolongée a bientôt détruit cette illusion qui m'agréait.« Die eingehenderen Angaben findet man im systematischen Theile bei *Ichthydium sulcatum*, *Lepidoderma concinnum*, *Lep. squammatum*, *Chaetonotus spinulosus* und *Chaet. spinifer* citirt. Bezüglich der Stellen, an welchen die Eier abgelegt werden, berichtet Stokes p. 78: »j'ai même trouvé leurs oeufs sur ces filaments entre lacés où les parents les avaient negligemment déposés.«

Vorausschicken muss ich, dass ich wie alle Beobachter seit Metschnikoff nur sog. »Winter«-Eier, und zwar zur Sommers- und Winterszeit fand; nie traf ich unter den Hunderten von Exemplaren eines mit Eiern, die man als Sommereier deuten dürfte. Es ist daher meine Überzeugung, dass die Angaben Metschnikoff's auf einem Irrthum beruhen, da er, wie im nächsten Kapitel gezeigt wird, an sich zersetzenden Thieren studirt hat. Die Eier fand ich nicht, wie Stokes sagt, nachlässig auf den Wasserpflanzen abgelegt, sondern im Gegentheil sorgfältig versteckt. Viele Male untersucht ein Thier ein solches Versteck und kehrt nach ruhelosem Umherstreichen wieder zur Stelle zurück, bis es sein Ei dort ablegt. Als solche Plätze werden mit Vorliebe die leeren Schalen von *Ostracoden* oder unentwirrbare Geflechte von Algenmassen und Pflanzenresten gewählt; ein Entfernen der Eier daraus gelingt nur durch Zufall, da sie meist mit vielen Ankern an ihren Stellen festgehalten werden. Diese Verankerung, welche zugleich als Schutzeinrichtung aufzufassen sein dürfte, wird durch Höcker, Stacheln oder mit Widerhaken versehene Säulchen und Pyramiden oder auch nur durch erhabene Netzlinien bewirkt. Ganz glatt sind die Eier bei dem stachellosen *Lepidoderma concinnum* Stokes; bei einem anderen Thiere, *Lepidoderma squammatum* Duj. (Taf. XV, Fig. 13), besitzen sie eine Bekleidung von hohlen Säulchen, welche am freien Ende mit vorspringendem gezackten Rande versehen sind. Einfache, kurze, borstige Stacheln hat das Ei von *Chaetonotus spinulosus* Stokes (Taf. XV, Fig. 12). Das von *Chaet. maximus* Ehrb. ist mit langen, eingeschnürten, eckigen Säulchen versehen (Taf. XIII, Fig. 2).

Eine merkwürdige Angabe ist die von Stokes für *Chaet. spinifer* Stokes; es sollen da von derselben Species drei verschiedenartige Eier abgelegt werden können, welche an Größe wie an Struktur der Schale verschieden sind. Das größte dieser Eier war mit niedrigen Erhebungen und vier bis fünf eckigen erhabenen Netzlinien bedeckt, das mittlere besaß lange konische Stacheln (Taf. XV, Fig. 23 *d*), welche mit drei- bis viertheiliger Gabelung am Ende versehen waren. Die Gabeläste saßen dem Stachel im rechten Winkel auf und waren selbst flache Plättchen, welche daher von der Seite dünn, von der Fläche breit erschienen. Sie waren am Ende schwach dichotomisch getheilt. Die kleinsten Eier trugen kurze Pyramidenstutze mit konkaven Seitenflächen und überragendem oberen Rande, der vier bis fünf Zipfel zeigte (Taf. XV, Fig. 23 *c*).

Die Größenverhältnisse der uns bekannten Eier sind:

	Länge des Thieres	Lange Achse des Eies	Verhältnis
Chaetonotus concinnum Stok.	0,0920 mm	0,0543 mm	1,69 : 1
Chaetonotus spinulosus Stok.	0,0675 mm	0,0338 mm	2 : 1
Chaetonotus spinifer Stok.			
großes Ei	0,1956 mm	0,07937 mm	2,21 : 1
mittleres Ei		0,07362 mm	2,66 : 1
kleines Ei		0,07060 mm	2,76 : 1
Lepidoderma squammatum Duj.	0,1372 mm	0,0465 mm	2,95 : 1
Chaetonotus maximus Ehrb.	0,22 mm	0,069 mm	3,1 : 1

Die Eier sind Ellipsoide. Ein 0,0688 mm langes Ei von *Chaet. maximus* Ehrb. maß in seiner kurzen Achse 0,0385 mm, es war also die lange Achse nur 1,85mal so groß als die kurze. Die Behauptung Stokes', dass die Bewaffnung des Eies auf einer Seite fehle, ist unrichtig. Die Erhebungen sind bei *Chaet. maximus* überall vorhanden, nur sind sie an einer Stelle, an welcher der Hinterleib des Embryo anliegt, viel kürzer. Alle sind schlanke, erst sich verjüngende, an der Spitze sich wieder erweiternde kantige Säulchen mit eingebuchteten Seitenflächen und mehrtheiligem, oft sternförmigem Endtheile, der von der Seite wie mit Zacken besetzt erscheint. Die großen Erhebungen maßen 0,00438 mm und waren 3½mal so groß als die kleinen 0,00125 mm langen. Der Übergang zwischen beiden erfolgt ganz allmählich (Taf. XIII, Fig. 2).

Der Embryo liegt, in der Mitte abgeknickt (Taf. XIII, Fig. 3), innerhalb der Schale so, dass Kopf und Schwanz am selben Eipole lagern. Die Abknickung findet gerade am Anfange des Mitteldarmes statt. Der Kopf war bei *Chaet. maximus* stark, 0,0165 mm hoch, der Vordertheil des Thieres maß 0,0633 mm, der Hintertheil bis zum Anus 0,0550 mm, der Schwanz war ganz bauchwärts eingeschlagen und war so lang wie am erwachsenen Thiere. Der Darm, 0,0109 mm dick, enthielt Gruppen von glänzenden Körnchen, wie schon Ludwig erkannte, nur sah ich sie durchaus nicht zahlreich. Die Eischale ist, wie Stokes schon gesehen, weich und elastisch; der Embryo kann die Form des Eies ändern, wenn er selbst seine Lage ändert. Dies findet vor dem Ausschlüpfen statt. Zuerst krümmt das Thier hauptsächlich den Vordertheil an der Gehirnpartie ein und fährt mit dem Munde an der inneren Fläche der Eimembran umher. Auch der Darm zuckt und bewegt sich langsam vor- und rückwärts. Das Thier veränderte dabei seine Lage, so dass es nach 5 Minuten eine Drehung von 90° durchgemacht hatte, es lagen Vorder- und Hintertheil nicht neben sondern auf einander; die Bauchwimpern spielten dabei fortwährend. Dann nahm das Thier eine **S**-förmige Gestalt an und presste den Mund fest an die Eischale an, welche dem Drucke als elastische Membran nachgab, bis sie an dem Pole riss und dem *Chaetonotus* nach etwa einer Stunde Anstrengung die Freiheit gab. Eine Aktion der Rückenstacheln, wie sie Ludwig beschreibt, sah ich dabei nicht.

14. Männliche Geschlechtsorgane.

Historisches. C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838, p. 387) sagt bei Charakteristik der *Ichthydina*: »Die männlichen Sexualtheile sind noch bei keiner Form beobachtet, aber wahrscheinlich nur übersehen.« M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 249) beschreibt bei *Chaetonotus Schultzei* Metschn. den Hoden folgendermaßen: »Vor diesem Ei, über der Stelle des Verdauungskanales, wo Speiseröhre und Darm zusammenstoßen, liegt der aus wenigen kugligen Zellhaufen gebildete Hode. Haarförmige Spermatozoiden, wie es schien aus den Spermatozoidenkeimzellen durch eine Verlängerung entstanden, wurden theils in Gruppen vereinigt, theils einzeln gesehen. Eine besondere, die sämmtlichen Hodenzellen umschließende Haut schien auch hier wie bei *Turbanella* zu fehlen.« Auch Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 454) glaubte ein männliches Geschlechtsorgan zu sehen: »In Betreff der männlichen Geschlechtsorgane unserer Thiere bin ich noch im Unklaren geblieben; doch habe ich immer noch die Hoffnung, diese Verhältnisse durch neue Untersuchungen aufzuklären. Ich kann jetzt nur die Vermuthung aussprechen, dass die bei einigen *Chaetonotus*-Individuen von mir gefundenen paarigen, aus Zellen bestehenden Gebilde (Taf. XXXV, Fig. 7 *c*) männliche Genitalien repräsentiren. Diese Vermuthung lässt sich aber durchaus nicht beweisen, zumal es ja auch möglich ist, dass unsere Thiere, wie die Rotatorien, einen geschlechtlichen Dimorphismus zeigen, und dass die wahrscheinlich selten vorkommenden Männchen mir bis jetzt vollständig entgangen sind.« H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 208, 209 und 217) beschreibt mit voller Bestimmtheit einen Hoden bei *Chaetonotus larus* und *Ichthydium podura*, wo er den Hoden an Individuen, welche kein großes Ei, sondern nur das »funktionslose Ovarium« am Rücken tragen sollten, gefunden zu haben glaubt. »An solchen Individuen nun, die meist auch etwas schlanker als die Weibchen sind, lässt sich bei günstiger Lagerung derselben ein quergestelltes kleines Organ erkennen, welches dem hintersten Theil des Darmes kurz vor der Afteröffnung von unten aufgelagert und denselben seitlich eine kleine Strecke weit umgreift. Dasselbe ist begrenzt von einer feinen strukturlosen Membran und umschließt eine dichte Menge kleiner, stark lichtbrechender Kügelchen. Den Nachweis, dass wir in diesem Organe in Wirklichkeit den Hoden vor uns haben, werde ich erst dann zu führen suchen, wenn ich dieselben Verhältnisse bei *Ichthydium podura* aus einander zu setzen habe.« Daselbst heißt es nun: »Die Geschlechtsorgane stimmen gleichfalls mit denjenigen des *Chaetonotus larus* überein. Der Hoden misst in seiner Längsrichtung 0,011, in seiner Querrichtung 0,003 mm. Die kleinen glänzenden Kügelchen, welche denselben erfüllen und die ich als Samenelemente deute, ließen eben so wenig wie bei *Chaet.* einen Schwanzanhang erkennen, was übrigens, wenn ein solcher wirklich vorhanden ist, bei der enormen Kleinheit des Objektes seine große Schwierigkeit haben wird. Was mich in der Auslegung des ganzen Organs bestärkte, war die folgende Beobachtung. Ein lebendes Exemplar wurde einem allmählich sich steigernden Druck ausgesetzt. In Folge dessen borst die Wandung des Hodens und ihm entströmten die kleinen Kügelchen, die alsdann hin und her wimmelnd sich frei in der Leibeshöhle des Thieres bewegten. Ich setzte einen Tropfen Essigsäure zu und die Bewegung hörte auf. Da man bei den mit einem Hoden ausgestatteten Individuen, die auch hier weit seltener sind als die Weibchen, stets ein nicht in Funktion getretenes Ovarium vorfindet, andererseits aber bei den ein großes Ei umschließenden Weibchen niemals eine Spur eines Hodens auffindet, so wird man die Geschlechtsverhältnisse des *Ichthydium podura*, sowie des *Chaetonotus larus* und wohl auch der übrigen *Gastrotricha* so aufzufassen haben, dass man sagt: Die *Gastrotricha* sind Zwitter, aber die Geschlechtsorgane treten an demselben Individuum nach einander in Funktion, zuerst der Hoden, dann unter gleichzeitigem Schwund des Hodens der Eierstock. Zur sicheren Feststellung dieser Auffassung wäre freilich nöthig, die Umwandlung eines mit Hoden und rudimentärem Eierstock ausgestatteten Individuums in ein Eier ausbildendes Weibchen zu verfolgen. Bei dem jetzigen Stand der Kenntnis kann aber auch die andere Behauptung, dass die *Gastrotricha* getrenntgeschlechtliche Thiere sind, aufrecht erhalten werden, nur muss man dann annehmen oder nachweisen, dass das rudimentäre Ovarium der Männchen niemals zur Entwicklung kommt. Ein Dimorphismus der Geschlechter, wie ihn Metschnikoff vermuthet hat, ist aber jedenfalls nicht vorhanden.« Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 389) meinte Spermatozoen sehen zu können: »Auf männliche Thiere oder deutliche Spermatozoen bin ich nicht gestoßen, doch muss ich bemerken, dass ich jederseits dem Darm anliegend oder auch in der Umgebung der Ovarien vielfach eine ziemliche

Anzahl unregelmäßig gestalteter, körniger zellenartiger Körper gefunden habe, die man unter Umständen für Spermatozoen in Anspruch nehmen könnte.« LUDWIG vertritt seine 1875 geäußerte Meinung auch 1886 (Nr. 32, p. 821): »Hoden und Eierstock kommen nach einander zur Entwicklung.« A. C. STOKES (Nr. 35, 1887, Taf. I, Fig. 11) zeichnet bei einer schematischen Figur, welche einen idealen Medianschnitt durch das Hinterende von *Chaet. larus* vorstellen soll, eine unter dem Darm gelegene Drüse sogar mit einem Ausführungsgang nach hinten; der Text im allgemeinen Theile (p. 79) heißt nur: »Le seul *Chaetonotus* dans lequel on ait vu un organe qui semble avoir la function d'un testicule est le *Chaet. larus* Ehrb. Il présente un organe glandulaire sous la partie postérieure de l'intestin (Pl. I, fig. 11 *C*) qui, d'après LUDWIG serait l'organe mâle; ainsi, l'animal serait hermaphrodite, ce que BÜTSCHLI nie«, während im speciellen Theile bei *Chaet. larus* (s. system. Theil: *Chaet. brevispinosus* mihi) diese Drüse auch gemessen und mit $^1/_{2125}$ Zoll = 0,012 mm Länge angeführt wird.

Von den bisherigen Angaben kann sich nur die von LUDWIG auf thatsächliche Verhältnisse stützen. Wenn auch M. SCHULTZE von haarförmigen Spermatozoiden spricht, welche dort, wo Speiseröhre und Darm an einander grenzen, in Gruppen liegen sollen, so kann doch nichts gefunden werden, was diese Beschreibung rechtfertigen würde. Nur bei sich zersetzenden Thieren treten Körnchen auf, welche, unregelmäßig gruppirt, M. SCHULTZE veranlasst haben dürften, sie als gesonderte Zellderivate anzusehen; von haarförmigen Anhängen ist nichts zu sehen und es hat auch in der That seit diesem Autor Niemand etwas davon bemerken können. Das gleiche Schicksal widerfuhr dem von METSCHNIKOFF beschriebenen Hoden. Er zeichnet in seiner oben angegebenen Figur im Profil ein großes, blasig zersetztes Ei und deutet dies vermuthungsweise als männliche Geschlechtsorgane. Die von BÜTSCHLI gelieferten unklaren Angaben stützen sich auf Beobachtungen, welche an aufgeblähten und stark veränderten Exemplaren gemacht worden waren. Sie sind eben so zu erklären, wie die erwähnten Beschreibungen von sternförmigen Muskelzellen, indem sie wie diese durch Trugbilder veranlasst wurden, nur dass man hier nicht sicher sagen kann, durch welche Organe oder Organbestandtheile diese »körnigen, zellenartigen Körper« vorgetäuscht wurden.

Dagegen kann ich die von LUDWIG gegebene Beschreibung im Großen und Ganzen bestätigen. Man kann thatsächlich unter dem Enddarme ein ellipsoidisches Organ entdecken (Taf. XI, Fig. 14 x), das jedoch den Darm zwingt, seine Richtung zu ändern und nach oben eine Krümmung um ihn herum auszuführen. Ich konnte dies Organ zum öftern bei *Chaet. persetosus* mihi und *Lepid. squammatum* Duj. nachweisen.

Bei letzterem war der lange Durchmesser 0,0138 mm. Das Organ lag quer unter dem Darme und schien mir bei *Lep. squammatum* gelappt zu sein. Es war ganz erfüllt von dunkeln, sehr dicht liegenden Körnchen. Seine seitlichen Ränder reichten über die beiden Ovarien hinaus und deckten sie zum kleineren Theile zu. Auf Färbung mit Pikrokarmin traten keine deutlichen Kerne auf. Das Ganze war von einer durchsichtigen Membran umhüllt. Bewegung der Körnchen entstand bei intakten Individuen nie, erst bei allmählicher Zersetzung trat Molekularbewegung ein.

Es ist kein Zweifel, dass dieses Gebilde dasselbe ist, welches Ludwig gesehen hat. Es fand sich aber nicht bloß bei Individuen, deren Eier wenig entwickelt waren, sondern gerade bei solchen Thieren, welche ein mächtiges Rückenei und zwei ziemlich große, seitlich liegende Eier besaßen; bei solchen Individuen konnte ich häufig diesen Körper nachweisen. Es ist das Auftreten desselben also ganz unabhängig von der Entwicklungsphase der Ovarien.

Von seiner Funktion kann man nichts Bestimmtes sagen. Ich glaube, dass Ludwig mit ungenügenden Gründen dieses Organ als Hoden deutete. An den glänzenden Körnchen ist ein Schwanzanhang bisher nicht gesehen worden; wenn wir aber auch von dieser Bedingung absehen würden, so gestatten uns die Beobachtungen Ludwig's doch nicht die erwünschte Schlussfolgerung, da die tanzende Bewegung der Körnchen durch die Leibeshöhle hin sowie das Aufhören dieser Bewegung nach Zusatz von Essigsäure keinen Beweis für selbständige Bewegungsfähigkeit der Körnchen liefert. Molekularbewegung ist im Gastrotrichenkörper sehr bald, sogar wenn das Thier noch die Flimmern kräftig bewegt, zu beobachten, es tanzen die Dotterkörnchen der Eier, die Körnchen der Darmzellen etc. lebhaft, und sie setzen diese Bewegung auch in der Leibeshöhle fort, in welche sie durch Bersten der bezüglichen Wände gelangten. Ja man sieht sogar Körnchen in Vacuolen der Darmzellen an ganz intakten, eben gefangenen Thieren der Molekularbewegung unterworfen.

Sofort nach Essigsäurezusatz hören sowohl in diesen Organen als auch in der Leibeshöhle die tanzenden Körnchenbewegungen auf, weil die Flüssigkeiten, welche in den Organen und in der Leibeshöhle sich befinden, gerinnen. Treten nach starkem Druck einige Körnchen aus dem Körper etwa an einer seitlichen Spalte aus, so stellen auch diese, nach Zusatz von Essigsäure, augenblicklich ihre Molekularbewegung ein, indem die ausgetretene Leibeshöhlenflüssigkeit durch Gerinnung sie festhält. Eben so werden auch die Körnchen des fraglichen Hodens zur Ruhe gebracht. Wenn wir auch zugeben müssen, dass dieses Organ durch weiter eindringende und glücklichere Untersuchungen als Hoden erkannt werden könnte, so dürfen wir andererseits diese Vermuthung nicht zur Gewissheit erheben, da uns dermalen alle dazu gehörigen Beweise fehlen.

Keinesfalls kann aber der von **Ludwig** bezüglich der zeitlichen Folge der männlichen und weiblichen Geschlechtsreife aufgestellte Satz ferner Geltung haben; das bewusste Organ kommt nicht vor der weiblichen Reife zur Ausbildung, sondern wird sowohl bei jungen als auch bei erwachsenen und mit großen Eiern versehenen Individuen gleichmäßig gefunden.

Da mir bei meinen lang andauernden Untersuchungen niemals männliche Thiere untergekommen sind, obwohl ich zu allen Jahreszeiten eifrig danach suchte, so glaube ich auch weiter behaupten zu können, dass eine Trennung der Geschlechter nicht vorhanden ist.

Die Angaben von **Stokes** schließen sich so eng an die von **Ludwig** an, dass das oben Gesagte auch von ihnen gilt. Einen nach hinten gehenden langen Ausführungsgang dieses Organs konnte ich nicht konstatiren.

II. Theil. Biologie.

1. Nahrung.

Die Nahrung besteht in kleineren, sei es thierischen oder pflanzlichen Organismen und in Resten derselben. Häufig findet man den Mitteldarm lebhaft grün gefärbt in Folge reichlich genossener Algen, und zwar traf ich ohne Unterschied der Arten diesen Zustand sowohl bei *Chaet. maximus* als auch bei *Lepidoderma squammatum*. Auch von anderer Seite ist die Aufnahme pflanzlicher Nahrung beobachtet; P. H. **Gosse** beschreibt einen Darm von intensiv grüner Farbe bei *Gossea antenniger* Gosse. Diatomaceen fand A. C. **Stokes** im Darme von *Ichthydium rhomboides* enthalten. Die betreffende Stelle lautet:

Les débris organiques, les fins détritus des plantes et des animaux microscopiques dont la vie s'est eteinte dans ces eaux paraissent former leur principale nourriture. Dans deux cases, tous deux relatifs à des individus differents de la même grosse espèce, *Chaet. rhomboides*, une diatomée vivant avait été avalée. Ce sont le seuls exemples que j'aie vus dans lesquels d'autres corps que de fines particules aient été acceptés pour nourriture.

In anderen Fällen war die Nahrung ganz farblos und entschieden thierischen Ursprunges. P. H. **Gosse** fand sogar bei *Dasydytes goniathrix* die Chitinschale eines kleinen Thierchens im Mitteldarme, dessen Herkommen nicht zu ergründen war. Bei *Dasydytes saltitans* giebt A. C. **Stokes** an, dass die Nahrung aus lebenden, verhältnismäßig großen Infusorien bestünde. Recht interessant schildert er die Aufnahme der Nahrung im allgemeinen Theile (Nr. 35, 1887, p. 77).

»Quoique leur bouche soit entièrement inerme, à l'exception de la rangée unique de cils au soies qui l'entoure, ces petits êtres semblent s'en servir pour se défendre ou pour prévenir les habitants de la même eau qui pourraient leur faire obstacle ou produire une collision, en élevant la tête et frappant des coups répétés, brusques et relativement violents, en même temps qu'ils ouvrent l'oesophage avec un mouvement caracteristique de menace. Ceci s'applique particulièrement au *Chaetonotus loricatus*, mais j'ai vu le *Chaet. acanthodes* frapper le corps d'un Infusoire mou, d'un Lagynus, en faire sortir le sarcode en gouttes ou en filaments coulants que l'assaillant avalait.«

Auch P. H. Gosse sah seinen *Chaet. gracilis* nach einem kleinen thierischen Wesen schnappen, welches in der Nähe umherschwamm.

C. G. Ehrenberg veranlasste sowohl *Chaet. maximus* als *Chaet. larus* Indigo aufzunehmen. Fernald scheiterte mit seinen Fütterungsversuchen; sein Thier brachte ein Indigokörnchen nicht weiter als in den Ösophagus, und bemühte sich wiederholt, es von sich zu geben; doch starb es früher, bevor eine Entscheidung eintrat.

Die Aufnahme der Nahrung kann vor sich gehen, indem das Thier den mit Partikelchen erfüllten Wasserraum durchstreift und die Nahrung sucht, oder aber auch, ganz nach Art der Rotatorien, bei angeheftetem Fuße vermittels eines Wirbels im Wasser, durch Herbeiziehen der Nahrung. Die Bewegungen bei der Nahrungsaufnahme sind rasch und unerwartet und ich stimme Stokes bei, wenn er (p. 82) sagt:

»Les contractions de l'epaisse paroi musculaire élargissent cette cavité, et, aidées par la rapide protrusion de l'ouverture orale, entraînent les matières alimentaires par ce qui semble un mouvement de succion. Ce mouvement est tout à fait subit et comme si l'animal voulait mordre.«

Dieses Vorstoßen des Mundringes geht sehr schnell vor sich. Die Erweiterung, durch welche ein Wasserstrom in das vergrößerte Lumen des Ösophagus hineingezogen wird, läuft als eine überaus eilige Welle durch den ganzen Vorderdarm; wenn sie am verdickten Hinterende desselben anlangt, ist das Vorderende noch nicht normal geschlossen. Dies hat auch Stokes bei *Chaetonotus* und *Das. saltitans* gesehen, da er von einer »schnappenden« Bewegung des Ösophagus spricht. Die Nahrung schlüpft dem entsprechend schnell durch diesen Theil des Verdauungstractus hindurch, welcher Umstand von Ehrenberg benutzt wurde, um die *Ichthydinen* als »*Trachelogastrica*, mit langem fadenartigen, die Speise nur rasch durchlassendem, nicht anhaltendem Schlunde«, zu bezeichnen (Nr. 1, 1838, p. 386).

Nachdem die Speise durch einen Reusenapparat hindurchgedrungen ist, bleibt sie in dem erweiterungsfähigen Mitteldarm. Je nachdem das Thier wohlgenährt oder ausgehungert ist, sind die Zellen desselben dick und fast ohne Lumen an einander schließend oder klein, zart und einen weiten Hohlraum umgebend. Hier verweilt die Speise stundenlang, während welcher Zeit sie langsam nach hinten wandert, mitunter ruckweise befördert oder auch an die alte Stelle zurückschlüpfend, bis sie im Enddarm angelangt ist. Diese Bewegungen finden ohne Einfluss von Flimmern, welche bekanntlich vollständig fehlen, statt und werden nur durch die Kontraktionsfähigkeit der Darmwand bewirkt. Der Darm zeigt, obwohl Muskeln nicht nachweisbar sind, selbständige Bewegungen, welche in einem gewissen, oft einseitigem Zucken der Darmwand und in selbständigen größeren Formveränderungen zum Ausdruck kommen. Dass auch die Aufnahme von Wasser und der damit zusammenhängende geblähte Zustand des Mitteldarmes mit der Bewegung der Nahrung im Zusammenhang stehen, ergiebt folgende Beobachtung: die Nahrungsreste waren ruckweise am Enddarme angelangt, als plötzlich viel Wasser verschluckt wurde, so dass der Darm weit ausgedehnt, blasig und hell wurde; dieses eindringende Wasser presste die Nahrungsreste in den Blasendarm, in welchen sie mit einem Rucke hineinschlüpften. Am Enddarme glaubte Ludwig Bewegungen sehen zu können, doch war er dessen nicht sicher.

Die Entleerung der Speisereste geht fast blitzschnell vor sich. Die Entleerung der Fäces beobachtete auch P. H. Gosse bei *Dasydytes goniathrix* zu wiederholten Malen (s. system. Theil).

2. Bewegungen.

Nahezu ausnahmslos bewegen sich die Gastrotrichen schwimmend fort; eine einzige Form *Dasydytes saltitans* Stokes kann auch springen, indem sie sich mittels der vier langen starken Borsten, welche die ventrale Fläche zieren, plötzlich emporschnellt. Die Sprünge erreichen eine Weite von der doppelten Länge des Körpers.

Das Schwimmen bewirken die zwei ventralen Längsbänder von Cilien; zur Erleichterung ihrer Arbeit wird ihnen ein freier Spielraum dadurch geschaffen, dass der Leib des Thieres immer über der Unterlage erhaben getragen wird, indem zwei ventrale Chitinkegel am Kopfe und die beim Schwimmen in der Regel nach abwärts gehaltenen Endröhren des Schwanzes als Stützen den Körper emporhalten. Die Gastrotrichen kann man schon bei Lupenvergrößerung von Infusorien an der Bewegung unterscheiden, *indem die Gastrotrichen nie rückwärts schwimmen*, ihre ventralen Cilien können nur in einer einzigen Richtung ihre Bewegungsenergie entfalten.

Der Unterschied zwischen Schwimmen und Kriechen, wie ihn Ehrenberg (Nr. 1, 1838, p. 388, 389) und ihm folgend einige spätere Forscher machen, existirt nicht, da das Bewegungsmittel sowie die Art der Bewegung gleich bleibt, nur dass, wenn die Thiere an Stengeln von Wasserpflanzen und an Algenfäden langsam dahin schwimmen, um zu fressen, die Geschwindigkeit eine bedeutend verminderte ist. Daher sind Diagnosen, »es schwimmt seltener als es kriecht«, oder »die Bewegung von *Chaetonotus* ist meist ein langsames auch rasches Kriechen, selten ein Schwimmen,« ganz unbrauchbar. Wir werden nur ein freies Schwimmen und ein Schwimmen mit an einer Unterlage angelegter Bauchseite unterscheiden dürfen, letzteres wenn das Thier seine Nahrung zu sich nimmt, ersteres wenn es auf Suche nach Nahrung oder auf der Flucht sich befindet.

Wie es auch schwimme, man beobachtet konstant ein Zittern des Kopfes und ein Tasten nach allen Richtungen mit demselben. Das rasche Schwimmen ist mitunter mit einem mehr oder weniger ruckweisen schraubigen Drehen des Körpers verbunden. Das Thier schwimmt munter, doch nicht lange in einer Richtung, die kleinste Störung veranlasst es, plötzlich den Kopf und Hals seitlich abzubiegen, so dass der Kopf bis zum Schwanz zurückfährt; dies kann mehrmals links und rechts ausgeführt werden. Es kann auch vorkommen, dass bei einem solchen Abbiegen der Hinterleib blitzschnell nachfolgt und nun die Bewegung in entgegengesetzter Richtung zurückerfolgt. Mitunter schwimmt ein *Chaetonotus* stoßweise, wie aus einem Rohre geschossen, in einer Richtung dahin, wie um sich auf etwas zu stürzen, doch konnte ich keine wirklichen Angriffe wahrnehmen, im Gegentheile weicht es anderen entgegenkommenden Thieren schnell, kaum mit dem Auge verfolgbar, aus. Einige Male glaubte ich darauf einige schnappende Bewegungen nach kleineren Infusorien und Schwärmsporen sehen zu können, doch ging dies sehr rasch vor sich und ich konnte nie einen Erfolg wahrnehmen.

Chaetonotus Bogdanovii Schimk. soll eigenthümlicherweise beim »Kriechen« den Vorderleib emporgehoben halten.

Ein spannerartiges Kriechen, wie es manchen *Räderthieren* eigen ist, giebt es bei den *Gastrotrichen* nicht, zu einer solchen Bewegungsart mangeln die Ringmuskeln und die damit in Verbindung stehende Gliederung der Haut, obwohl die anderen Bedingungen vorhanden sind, nämlich die Fähigkeit des Anheftens mit Mund und Gabelschwanz; letzteres in gleicher Weise den *Räderthieren* zukommend, deren Sekret ganz gleich dem der *Gastrotrichen* ist. Die *Philodiniden* aber, welche wie eine Spannerraupe kriechen, heften sich nicht mit dem Munde sondern mit einem den *Gastrotrichen* fehlenden Organ, dem Rüssel an. Die Anheftung mit dem Schwanze ist eine willkürliche und kann willkürlich durch rasches Abbiegen der Zehen und rasche Cilienbewegung gelöst werden. Die Anheftung mit dem Munde scheint noch eine mehr zufällige zu sein; das Thier ist dann mit dem Hinterende frei und schlägt mit demselben hin und her und es dauert lange Zeit, bis eine

Loslösung erfolgt, welche sichtlich Mühe bereitet. Diese Anheftung ist auf eine Saugwirkung zurückzuführen, indem der Mundring an die Unterlage angepresst und durch den Ösophagus das Wasser ausgepumpt wird.

Außer der erwähnten Abbiegung des Vorderendes und der in den betreffenden Kapiteln beschriebenen Bewegung der Tasthaare und Cilien kann noch eine solche des Hinterendes beobachtet werden. Wird durch die ventralen, medianen Muskeläste die Mitte des Hinterendes allein eingezogen, so werden die Gabelenden einander genähert, kontrahirt sich ein seitlicher Schwanzmuskel, erfolgt eine Entfernung des einen Gabelastes von der Medianlinie; bei gleichzeitiger Kontraktion erscheint das eigenthümliche scherenartige Öffnen der Gabel, kontrahiren sich alle Muskeln des Schwanzes auf einmal, dann wird die Gabel ganz ventral eingeschlagen.

3. Zeit des Vorkommens.

Die Angaben, welche im systematischen Theile bei den einzelnen Species wörtlich citirt sind, lassen uns keinen Schluss auf die zeitliche Verbreitung unserer Thiere ziehen. Wenige Forscher haben derselben so lange andauernde Studien gewidmet, dass man die Sicherheit hätte, ihre Angaben seien die Summe positiver und negativer Befunde und besagten die betreffende Species sei nur in den genannten Monaten zu finden gewesen. So viel geht hervor, dass die meisten Formen sowohl im Herbst als im Frühjahr getroffen werden konnten. C. H. Fernald (No. 28, 1883, p. 1217) konnte sie sogar mitten im Winter aus Tümpeln, welche zugefroren waren, erhalten. Dass sie leicht mit den Lebensbedingungen zufrieden sind, ersieht man daraus, dass ich sie in Gläsern mit Wasserpflanzen über den ganzen Winter halten konnte. Allerdings minderte sich ihre Zahl bedeutend, so dass, während noch im December in jedem Präparate zehn und mehr Stück umherschwammen, im Februar und März nur mehr ein bis zwei Individuen auf ein Präparat kamen, oder auch erst zwei Proben untersucht werden mussten, ehe man auf ein Thier traf. Dieses über den ganzen Winter andauernde Vorkommen in vor Staub geschützten Gläsern gilt für *Chaet. maximus*, *brevispinosus*, und *Lepidoderma squammatum* Duj. Letztere Form fand Dujardin (Nr. 3, 1841, p. 569) in einem Glase mit Wasser, welches zwei Jahre gestanden hatte. Jedenfalls pflanzen sich diese Formen unter obgenannten Umständen leicht fort, da ich viele Eier auffinden konnte. Über die Lebensdauer einzelner Individuen liegen gar keine Beobachtungen vor, da sie sich nicht lange in Präparaten am Leben erhalten lassen.

Tabellarische Zusammenstellung

	Paläarktische												
	Dänemark	Deutschland							Frankreich	Großbritannien			
	Kopenhagen	Berlin	Frankfurt a. M.	Gießen	Göttingen	Greifswald	München	Straßburg	Paris, Seine	Heading	Heamptead Head	Leamington	Stratford
Ichthydium podura O. F. Müller	1	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
Ichthydium sulcatum Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lepidoderma squammatum Duj.	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—
Lepidoderma concinnum Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lepidoderma ocellatum Metschn.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Lepidoderma rhomboides Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus maximus Ehrb.	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Chaetonotus similis mihi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus Schultzei Metschn.	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
Chaetonotus hystrix Metschn.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus tabulatus Schmarda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus acanthophorus Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus brevispinosus mihi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus formosus Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus Slackiae Gosse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Chaetonotus Bogdanovii Schimk.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus enormis Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus longispinosus Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus macrochaetus mihi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus persetosus mihi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus spinifer Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus acanthodes Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus spinulosus Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus larus O. Fr. Müller	1 ?	1	—	—	1	—	1 ?	?	1 ?	—	—	—	—
Chaetonotus octonarius Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetonotus jamaicensis Schmarda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chaetura capricornia Metschn.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dasydytes goniathrix Gosse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Dasydytes longisetosum Metschn.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dasydytes saltitans Stok.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gossea antenniger Gosse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Chaetonotus (?) longicaudatus Tatem	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—

4. Ort des Vorkommens.

Unsere zu den häufigsten Süßwasserbewohnern gehörenden Thiere sind in allen mit Wasserpflanzen und pflanzlichen Resten versehenen Tümpeln zu treffen. Am meisten lieben sie den Aufenthalt auf den Blättern von Wasserlinsen, Potamogeton, Characeen, weniger ein dichtes Gewirre von Algenfäden, wie Spirogyra, vermuthlich wegen der allzu großen Hindernisse für den bestachelten und beschuppten Körper; wenigst zahlreich trifft man sie am Grunde der Gewässer; doch giebt Imhoff (30) einen *Chaet. maximus* (ob nach Bütschli oder Ehrenberg?) als Tiefenbewohner an und *Chaet. maximus* Ehrb. nennt er als sicheres Mitglied der Grundfauna des Achensees in Tirol. Sonnig gelegene der geographischen Verbreitung.

Region											Nearktische Region		Neotropische Region		Äthiopische Region	Indische Region
Irland	Österreich		Russland				Schweiz				Ver. Staaten		Antillen	Südamerika		
Co. Westmeath	Achensee	Graz	Libau	Charkow	Petersburg	Nowgorod See Kontschansky	Bern	Lugano	Solothurn	Zürich	Orono (Me)	Trenton (N. Jersey)	Jamaica St. Anna	Columbia Cali im Caucathale	Dongola	Ceylon
—	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	1?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
1	1	1	—	—	1	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	1?	—	1?	—	1?	1?	1?	1?	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tümpel bieten eine größere Ergiebigkeit an Gastrotrichen als schattige; rascher fließende Gewässer scheinen ihnen nicht zu behagen.

Über die geographische Verbreitung können wir nicht viel mittheilen, unsere Erfahrungen sind hierin sehr geringe und es soll mir zur Befriedigung gereichen, wenn diese zusammenfassende Arbeit allgemeineres Interesse für diese Thiere erwecken würde.

Dermalen beschränken sich unsere gesicherten Angaben vornehmlich auf die *paläarktische* und *nearktische* Region. Bezüglich der Fauna der letzteren hat sich Stokes große Verdienste erworben; wir kennen durch ihn fünf Formen, welche auch bei uns vorkommen, außerdem aber zwölf neue Formen, die zwar bei uns noch nicht gefunden sind, welche aber eine große Ähnlichkeit mit solchen bei uns vorkommenden zeigen. Eine typische Verschiedenheit zwischen den Faunen beider Regionen ist nicht vorhanden, vielmehr machen sie den Eindruck von Parallelbildungen. Für die *äthiopische* Region haben wir nur eine einzige Angabe von Ehrenberg bezüglich *Ichthydium podura* O. Fr. Müller; diese Form will Schmarda in der *indischen* Region gefunden haben; doch glaube ich diese Angabe nicht als gesichert gelten lassen zu können, da uns keine nähere Schilderung von Seiten Schmarda's berechtigt, zu glauben, er habe wirklich das *Ichthydium podura* O. Fr. Müller gesehen; sind doch auch von späteren Forschern vielfache Missverständnisse gerade rücksichtlich dieser Form unterlaufen. Die australische Region ist bis jetzt ganz leer ausgegangen. Vorstehende Zusammenstellung möge die Übersicht erleichtern. Die Angaben über *Chaet. larus* O. Fr. Müller habe ich bis auf die Ehrenberg's in der Tabelle mit Fragezeichen versehen, da wir keine Gewähr haben, dass die beobachteten Formen wirklich zu dieser Species gehörten.

III. Theil. Systematik.

Aufstellung des Systems.

C. G. Ehrenberg war es, der im Jahre 1830 die damals bekannten Formen als eine Familie, die der *Ichthydina*, zusammenfasste; er charakterisirt sie (Nr. 1, 1838, p. 386): »Animalia rotatoria, nuda, organo rotatorio unico, continuo, nec margine lobato.« In diese Familie gehörten die Gattungen *Ptygura*, *Ichthydium*, *Chaetonotus* und *Glenophora* mit zusammen sechs Species. F. Dujardin (Nr. 3, 1841, p. 565—570) behielt diese Familie nicht bei, sondern trennte *Ptygura* und *Glenophora* ab und setzte *Coleps* und *Planeriola* hinzu, er vereinigte diese Formen dann zu den »*symmetrischen Infusorien*« und fügte eine neue Form *Chaetonotus squammatus* hinzu. Seine Diagnose von *Chaetonotus* lautet: »Au de forme oblongue, convexes et hérissés de soies ou d'ecailles en dessus, plans et pourvus en dessous de cils vibratiles très minces; terminés en avant par un bord arrondi, près duquel est une bouche distinct, et bifurques en arrière ou terminés par deux prolongements caudiformes.« Er stellt eben ein echtes *Lepidoderma*, ohne es zu wissen, zu *Chaetonotus*. P. H. Gosse (Nr. 6, 1851, p. 198) nahm den Familiennamen *Ichthydina* wieder auf und beschrieb zu den ihm bekannten *Chaetonotus maximus*, *larus* und *squammatus* (*brevis* Ehrb. wird nicht erwähnt) das neue Genus *Dasydytes* mit zwei neuen Species *antenniger* und *goniathrix* sowie *Sacculus viridis* nov. gen. nov. spec. M. Perty (Nr. 7, 1852, p. 47) berücksichtigte nur Ehrenberg's Arbeit, daher nur dessen vier Arten angeführt sind. Interessant ist es sicherlich, dass ihm Zweifel über die Haltbarkeit der Ehrenberg'schen Species auftauchten; er frägt, ob nicht *maximus*, *larus* und *brevis* Entwicklungsstufen einer Art seien. M. Schultze (Nr. 9, 1853) beschreibt *Turbanella hyalina* nov. gen. nov. spec. und stellt diese Form mit *Chaetonotus* und *Ichthydium* in die Familie der *Ichthydinen*. Er hält die Vermuthung aufrecht, dass *Chaet. maximus* und *larus* vielleicht auch *squammatus* identisch sein könnten. C. Schmarda (Nr. 14, 1861, I, 2. p. 8) beschreibt zwei neue Species, *Ichthydium tabulatum* und *jamaicense* und kennt nur das Genus *Ichthydium;* er beschreibt es so: »Char.: Corpus indistincte annulatum. Caput et venter ciliis, dorsum convexiusculum setis capillaribus longis seriatim obtectum. Die Thiere dieser Gruppe haben ein deutliches Flimmerepithelium am Kopfe und am Bauche. Der Rücken ist gewölbt und mit langen haarförmigen Borsten reihenweise besetzt.« A. Pritchard (Nr. 15, 1861, p. 661, 662) setzt in die Familie der *Ichthydina* folgende Formen: *Ptygura Melicerta, Dasydytes goniathrix* und *antenniger, Ichthydium podura, Chaetonotus maximus, larus, squammatus, brevis, Sacculus viridis, Glenophora Trochus.* In einer zweiten Arbeit schlägt P. H. Gosse (Nr. 18, 1864, p. 392) statt *Ichthydina* den Namen *Chaetonotidae* vor. »Ich halte es für wünschenswerth, dass die Familie nach dem charakteristischsten und populärsten Genus, welches zweifellos *Chaetonotus* und nicht *Ichthydium* ist, genannt werden sollte. Es besteht aus Thierchen von mikroskopischer Kleinheit, von länglicher Form, mit bilateraler Symmetrie und mehr oder minder deutlicher Abtrennung des Kopfes. Der Körper ist mehr oder weniger mit schwingenden Cilien bedeckt und zum größten Theile mit langen Haaren (Stacheln) versehen. Der Nahrungskanal ist gerade, mit einer Öffnung an jedem Ende. Leben im Süßwasser.« Folgende Gattungen werden hierher bezogen: *Ichthydium, Chaetonotus, Dasydytes, Turbanella, Echinodera* Duj., *Taphrocampa* (Gosse). Neue Species werden beschrieben *Chaet. Slackiae, Chaet. gracilis, Taphrocampa annulosa. Chaet. maximus, larus* und *squammatus* werden nicht für synonym gehalten, *brevis* wird für eine zweifelhafte Species erklärt, da Niemand seit Ehrenberg sie gesehen habe. E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864) kennt *Ichthydium podura, Chaetonotus larus* (darunter versteht er *maximus, larus* und *brevis*), *Chaetonotus tesselatus* (fälschlich für *squammatus* Duj.), *Turbanella hyalina, Sacculus viridis* und bereichert uns mit folgenden neuen Ichthydinen: *Chaet. Schultzii, Chaet. hystrix, Chaetura capricornia* nov. gen. nov. spec. und *Cephalidium longisetosum* nov. gen. nov. spec.; ihm sind Gosse's Arbeiten unbekannt gewesen, daher das Genus *Dasydytes* fehlt und es ihm entging, dass er in *Cephalidium* ein Synonym geschaffen hatte. E. Claparède[1] glaubte in *Hemidasys* eine neue Gattung der Gastrotricha gefunden zu haben. *Sacculus* streicht er aus der Liste der Gastrotrichen und stellt diese Form zu den echten Räderthieren, was seither allgemein anerkannt wurde. H. Ludwig (Nr. 23, 1875) will *Chaetonotus* und *Ichthydium* nicht als eigene Genera gelten lassen: »Die beiden Gattungen Ehrenberg's *Chaetonotus* und *Ichthydium* habe ich zu einer einzigen Gattung *Ichthydium* zusammengezogen, und zwar aus folgendem Grunde. Das unterscheidende Merkmal von *Chaetonotus* und *Ichthydium* ist nach Ehrenberg das Fehlen der Rückenstachel bei letzteren. Nach meinen Untersuchungen aber sind auch bei *Ichthydium* die Rückenstachel, wenn auch nur in rudimentärer Weise, vorhanden. Damit fällt also das trennende Merkmal hinweg und es steht nichts einer Vereinigung beider Formen zu einer einzigen Gattung im Wege.« Er führt ferner an: *Ichthydium larus* Ehrb., *Schultzii* Metschn., *hystrix* Metschn., *maximum* Ehrb., *podura* Müll., *jamaicense* Schm., *tabulatum* Schm., *Chaetura capricornia* Metschn., *Cephalidium longisetum* (soll heißen richtig *longisetosum*) Metschn., *Turbanella hyalina* Schultze, *Dasydytes goniathrix* Gosse, *antenniger* Gosse; von letzter Species meint er (p. 221, Anm. 2), dass sie vielleicht eine eigene Gattung vorstellen könne. Von Claparède's *Hemidasys* sagt er: »Ob als sechste Gattung das Genus *Hemidasys* Clap. mit der einzigen Species *Hemidasys agaso* Clap. zu den Gastrotricha gezogen werden kann, scheint mir zum mindesten sehr zweifelhaft. Abgesehen von einigen anderen Organisationsverhältnissen ist es namentlich das Auftreten ventraler Anhänge, die nicht einfache Cuticulargebilde sind, sondern Fortsetzungen des Körperparenchyms umschließen, welches einer Vereinigung mit den Gastrotricha hindernd in den Weg tritt. Jedenfalls ist für jetzt eine Einordnung des *Hemidasys agaso* Clap. in das System kaum möglich.« Später (Nr. 32, 1886, p. 821) vertritt er abermals die Vereinigung von *Ichthydium* und *Chaetonotus* zum Genus *Ichthydium*; »Rücken mit Stacheln besetzt; Wimpern auf der ganzen Bauchfläche in Längsreihen; Tasthaare am Kopfende. Schwanzspitzen einfach. Sieben Arten«. O. Bütschli (Nr. 24, 1876) bezeichnet im Gegensatz zu Metschnikoff und Ludwig den *Chaet. Schultzei* als ident mit *Chaet. maximus* Ehrb., daneben bleibt *Chaet. larus* Ehrb. bestehen. *Hemidasys agaso* Clap. wird den Gastrotrichen zugezählt. C. L. Schmarda[1] nimmt im Gegensatz zu seiner ersten Ansicht zwei Genera, *Ichthydium* und *Chaetonotus* an. O. Grimm stellt das Genus *Gastrochaeta* auf (Nr. 24a, 1877): »Zu der Form *Gastrochaeta* rechne ich auch *Desmoscolex chaetogaster* Greeff unter dem Namen *G. desmoscolecis* m., es scheint mir, dass es richtig wäre, aus diesen Formen zusammen mit *Trichoderma oxycaudatum*, *Desmosc. minutus*, *D. nematoides* etc. und den Repräsentanten der Gattung der *Echinoderes* eine besondere Familie, entsprechend der Familie *Gastrotricha* Metschn. zu bilden. Die *Gastrochaeta ciliata* ist das Verbindungsglied; sie hat am Bauche zwei Längsreihen von Borsten, und an der oralen Mündung Cilien, alles Übrige verhält sich wie bei *Chaetonotus*.« M. Braun (siehe Nr. 24a, 1884) stellt *Gastrochaeta* zu den *Gastrotrichen*. H. Ludwig (Nr. 32, 1886) giebt wie 1875 fünf Gattungen mit dreizehn Arten als bekannt an. Die Gastrotricha beschreibt er (p. 820) wie folgt: »Körper klein, flaschen- oder wurmförmig, mit deutlich ausgeprägter bewimperter Bauchfläche; Rücken meist mit nach hinten gerichteten, in Längsreihen angeordneten Stacheln besetzt; Vorderende meistens mit Tasthaaren; Hinterende fast immer in zwei Spitzen gegabelt, welche die Ausführungsgänge zweier Klebdrüsen umschließen; Zwitter; Entwicklung ohne Metamorphose.« A. C. Stokes (Nr. 35, 1887, p. 80) ist geneigt *Chaetonotus* und *Ichthydium* unter dem Namen *Chaetonotus* zu vereinigen und führt dies auch im systemat. Theile aus; im Allgemeinen sagt er: »Si le classificateur considère se genre comme valide, quatre de nos formes américaines lui appartiennent. Cette coupe me plait peut et j'en suspecte l'exactitude. Les quatre formes en question sont les *Chaetonotus loricatus* (pl. II, fig. 6), *Chaet. rhomboides* (pl. II, fig. 31—35), deux formes qui ont le dos garni d'écailles; *Chaet. concinnus* (pl. I, fig. 6), dont le dos et les côtés sont entièrement couverts de papilles sphériques; et *Chaet. sulcatus* (pl. I, fig. 15), dont les mêmes parties sont sillonnées de plis transversaux. Les moeurs, la structure interne, le mode de reproduction sont essenttiellement similaires à ceux de *Chaetonotus*. Les poils du corps sont représentés chez eux par les quatre soies dorsales non signalées jusqu'ici.« C. Claus (Lehrbuch der Zoologie IV. Aufl.) führt die Genera *Chaetonotus*, *Ichthydium*, *Turbanella* an.

---

[1] E. Claparède, Observations sur le Rotateurs. Ann. de science naturelles. Zool. V. Sér. Tom VIII. 1867. p. 16—23.

Es ist unnöthig, aus einander zu setzen, dass hier von den Ehrenberg'schen Gattungen nur *Ichthydium* und *Chaetonotus* als echte Gastrotrichen in Betracht kommen können; dessgleichen braucht nicht ausgeführt zu werden, dass *Sacculus* Gosse und *Taphrocampa* Gosse als echte *Räderthiere* unter den Gastrotrichen nichts zu suchen haben. Auch *Gastrochaeta ciliata* Grimm ist, wie wir aus der oben citirten allerdings kurzen Beschreibung mit Sicherheit ersehen, kein zu den *Gastrotrichen* zu zählendes Thier, sondern eine den *Nematoden* verwandte Form, welche *Desmoscolex*, *Trichoderma* und *Chaetosoma* sehr nahe stehen. Ihr fehlt das wichtigste äußere Kennzeichen unserer Gruppe, die ventralen Flimmerbänder. Es bleiben uns zur Betrachtung die Genera: *Chaetonotus* Ehrenb., *Ichthydium* Ehrenb., *Dasydytes* Gosse, *Chaetura* Metschn., *Cephalidium* Metschn., sowie *Turbanella* M. Schultze und *Hemidasys* Clapar.

---

[1] Zoologie. 2. Aufl. Bd. I. p. 473. 1877.

Dem Leser wird es aufgefallen sein, dass *Turbanella* und *Hemidasys* in dieser Arbeit keinen Platz gefunden haben und ich will dies gleich rechtfertigen.

Dass *Hemidasys*[1] zu den Gastrotrichen gehöre, hat schon, wie wir gesehen haben, LUDWIG in Zweifel gezogen, indem er vornehmlich auf die ventralen, hohlen Hautfortsätze hinwies. Seit wir die innere Organisation der Gastrotrichen genauer kennen und wissen, dass sie ein typisches Wassergefäßsystem, zwei Ovarien, echte Muskeln, ein Gehirn, periphere Nerven, eine primäre Leibeshöhle etc. besitzen, in der jedes Parenchym fehlt, werden wir von jeder Form, welche Ansprüche macht, in die Sippe der Gastrotrichen aufgenommen zu werden, den Nachweis einer diesen entsprechenden Organisation verlangen müssen. Dies gelingt uns bei unserem jetzigen Wissen für *Hemidasys* nicht. Seit CLAPARÈDE hat Niemand diese interessante Form gesehen. Mir gelang es nicht, an den von Triest geschickten Nereiden dieses Thier zu finden, mir stand eben nicht *Nereilepas caudata* zur Verfügung und *Hemidasys* scheint sich thatsächlich auf diesen Wirth zu beschränken. Daher müssen wir uns mit dem von CLAPARÈDE gegebenen Resultate begnügen und finden nun, dass derselbe weder über das Nerven- noch Muskelsystem, weder über das Exkretionsorgan noch über die Ovarien positive Ergebnisse zu verzeichnen hat. Vielmehr ergeben sich wichtige Differenzpunkte darin, dass *Hemidasys* ein Parenchym besitzt, welches die Leibeshöhle fast ganz ausfüllt, dass ein entwickeltes männliches Geschlechtsorgan mit Hoden, Vas deferens und chitinigem Penis vorhanden ist, dass der Leib viel mehr abgeplattet ist, als der der Gastrotrichen, dass am Vorderende zwei kleine Wimpergrübchen, ähnlich wie bei den *Nemertinen* und einigen *Turbellarien* zu finden sind, dass die ventrale Bewimperung, welche bei den Gastrotrichen ausnahmslos in Form zweier, die ganze Ventralseite durchlaufender Cilienbänder entwickelt ist, nur ein einfaches, etwa bis zu $^2/_5$ der Länge nach hinten reichendes Wimperfeld vorstellt und dass endlich die Haut, dorsal ohne jede Erhebung, ventral eine Anzahl hohler Zipfel besitzt, in denen je ein plasmatischer Achsenfaden verläuft.

---

[1] E. CLAPARÈDE, Observations sur le Rotateurs. Ann. de Science naturelles. Zool. 5. Sér. Tom VIII. 1867. III. p. 16—23. Taf. IV, Fig. 5—9. — »Type d'un nouveau genre de Gastérotriches (Hemidasys agaso.« Abstract: LEUCKART's Ber. Arch. für Naturg. p. 294. 1867. — Wird auch durch Litteraturverz. Nr. 23, p. 222 erwähnt.

So lange die innere Organisation von *Hemidasys* nicht bekannt ist, kann man in keinem Falle diese Form den Gastrotrichen beizählen; dermalen wird es überhaupt unmöglich sein, *Hemidasys* einer Abtheilung im System einzufügen. Jedenfalls hat dieses Thier mehr Annäherung zu den Plattwürmern als anderen Klassen der niederen Würmer. Sollten spätere Untersuchungen eine Verwandtschaft mit den Gastrotrichen nachweisen, so werden doch die jetzt schon bekannten Differenzpunkte eine Einfügung in die Gastrotrichen selbst sehr erschweren. Die Gastrotrichen scheinen mit den *Rotatorien* näher verwandt zu sein, als mit *Hemidasys*. Diese Form müsste allen anderen Gastrotrichen entgegengestellt werden.

Aus ähnlichen Gründen trenne ich *Turbanella*[1] M. Schultze von unseren Thieren. Hier sind namentlich die dorsalen Hautzipfel, in welchen je ein starres feines Haar eingesenkt ist, das trennende Hindernis, sowie die über die ganze Bauchfläche sich erstreckende Bewimperung. Die Haut ist im Gegensatze zu den Gastrotrichen nicht chitinös. Ob sich die zwei kammartigen gezackten Lamellen, welche das Hinterende bilden, mit der Schwanzgabel der Gastrotrichen vergleichen lassen, ist sehr fraglich. Mit *Hemidasys* hat dieses Thier den Besitz von zwei Grübchen am Vorderende gemein. *Turbanella* und *Hemidasys* haben einen dem der Gastrotrichen ähnlich gebauten Ösophagus. Auf dieses stützt sich hauptsächlich M. Schultze bei seiner Zutheilung von *Turbanella* an die *Ichthydinen*; seine übrigen Gründe, den Bau der Geschlechtsorgane, den Mangel eines Muskel-, Nerven-, Wassergefäßsystems betreffend, sind heute gegenstandslos geworden.

Hemidasys und *Turbanella* besitzen beide hohle Hautausstülpungen, haben beide eine ventrale, von der der Gastrotrichen abweichende Bewimperung und stehen dadurch den echten Gastrotrichen gegenüber. Wenn auch künftige genaue Untersuchungen sie mit einer, unseren Thieren entsprechenden inneren Organisation ausweisen könnten, so stehen sie doch zu den übrigen in einem solchen Gegensatze, dass sie eine, den Gastrotrichen gleichwerthige eigene Gruppe darstellen müssten.

Der Vollständigkeit halber mag hier noch der von Barrois[2] entdeckte

---

[1] Siehe dieses Litteraturverzeichnis Nr. 9, p. 243—246; ferner Gosse, dieses Verzeichnis Nr. 18, p. 402 (mit Ausnahme der Diagnose fast wörtlich nach Schultze übersetzt). Ludwig, dieses Verzeichnis Nr. 23, p. 206 (Diagnose).

[2] Compt. rend. 1877. Juli; Ann. a. Mag. of nat. Hist. Tom XX. p. 365. — Leuckart's Ber. Arch. f. Naturg. p. 275. 1878.

Wurm erwähnt werden, welchen dieser Forscher als zu den Gastrotrichen gehörig bezeichnet. Dieses Thier besitzt das Aussehen der *Ichthydinen*, ist jedoch segmentirt und an den Segmenten mit unvollständigen Flimmerreifen ausgestattet. Die Muskulatur legt sich am Embryo mittels eines ventralen Keimstreifens an. Das Männchen besitzt einen Penis. Von dieser Form sehe ich hier selbstverständlich ganz ab.

Von den übrigen Gattungen werden bis auf *Cephalidium* alle beibehalten werden können. *Cephalidium* ist mit *Dasydytes* synonym, wie ich bei *Dasydytes* aus einander setzen werde, und hat daher zu entfallen.

Die uns bekannten Gastrotrichen lassen sich in zwei scharf unterschiedene Gruppen theilen, je nachdem sie ein gegabeltes oder ungegabeltes Hinterende besitzen; für die ersteren schlage ich die Bezeichnung *Euichthydina*, für die letzteren den Namen *Apoda* vor. Zu den *Apoda* gehört *Dasydytes* Gosse und die von mir neu errichtete Gattung *Gossea*, welche ich im Nachfolgenden zu rechtfertigen suche. Die *Euichthydina* sind in der äußeren Körperform unter einander wenig verschieden. Entweder ist die Haut ganz glatt, das alte Ehrenberg'sche Genus *Ichthydium* (da seit Ludwig's Erörterungen zwei Formen mit wirklich ganz glatter Haut gefunden worden sind, entfällt die von diesem Forscher vorgenommene Zusammenziehung von *Ichthydium* und *Chaetonotus*), oder sie besitzt Schuppen allein, oder endlich sie hat Stacheln, welche auf Schuppen aufsitzen. Diese beiden letzteren Formenreihen waren bis jetzt theils als *Chaetonotus*, theils als *Ichthydium* in Anspruch genommen worden. Die Thatsache aber, dass bei einer Anzahl Gastrotrichen mit Sicherheit Schuppen ohne jede Spur von Stacheln vorkommen, lässt sich nicht mehr mit den Anforderungen der Ehrenberg'schen Diagnose von *Chaetonotus*, und eben so wenig mit der von *Ichthydium* in Einklang bringen und es empfiehlt sich diese Formen als ein eigenes Genus, welches ich *Lepidoderma* nenne, zusammenzufassen. Für *Chaetonotus* ist es noch nicht sicher, ob nicht hier ebenfalls zwei verschiedene Formenreihen zusammengeworfen sind. Von Stokes wird nämlich, so wie von Schimkewitsch und Gosse, für mehrere *Chaetonotus*-Arten mit Bestimmtheit angegeben, dass die Stacheln direkt von der Haut, ohne Vermittelung von Schuppen entsprängen; wenn wir von Gosse's älteren Angaben (bei allen übrigen, von Gosse als schuppenlos beschriebenen Arten, welche seither wieder gefunden worden sind, wurden Schuppen nachgewiesen) und von Schimkewitsch's nicht sehr eingehenden Beschreibung absehen, so bleiben uns doch noch die von Stokes, einem neueren und sorgfältigeren Forscher gegebenen Schilderungen, welche unsere Bedenken erregen, übrig. Wenn auch bei einigen Arten die

Schuppen so zart sind, dass erst bei Anwendung homogener Immersionen ihre Anwesenheit konstatirt werden kann, so ist es doch ganz gut möglich, dass stacheltragende und zugleich schuppenlose Formen vorkommen, welche dann aus dem Genus *Chaetonotus* ausgeschieden werden müssten. Die als schuppenlos bezeichneten und daher unserer Aufmerksamkeit besonders werthen Formen sind: *Chaet. formosus*, *acanthophorus*, *longispinosus*, *enormis*, *spinulosus*, sämmtlich von Stokes beschrieben, *Chaet. Slackiae* Gosse und *Chaet. Bogdanovii* Schimk.

Im Genus *Chaetonotus*, welches das artenreichste ist, macht sich eine Entwicklung von zwei Reihen bemerkbar, indem bei den einen die Stacheln am Rumpfe nicht mehr als doppelt so lang, bei den anderen aber daselbst auffallend verlängert sind. Ob Nebenspitzen an den Stacheln entwickelt sind oder nicht, ist nicht von demselben systematischen Werthe, wie die relative Stachellänge, da z. B. neben *Chaet. maximus* Ehrb. mit einfachen Stacheln eine diesem sehr ähnliche, von mir mit *Chaet. similis* bezeichnete Form mit Nebenspitzen vorkommt.

Die Verwirrung, welche in den Arten *Chaet. maximus*, *squammatus*, *larus* und *brevis* herrschte, konnte endlich gelöst werden. Die erste und die zwei letzten Arten sind nicht synonym, wie Perty und Metschnikoff annahmen, sondern gut unterscheidbar, wie auch *Ch. Schultzei* Metschn. und *maximus* Ehrb. nicht identisch sind. Nur *Chaet. brevis* Ehrb. wird man in dem systematischen Theile vermissen, da diese Species nicht wieder zu erkennen ist; sie ist ein Sammelbegriff, welcher in die vielen kleineren *Chaetonotus*-Arten mit wenigen und stark verlängerten Stacheln am Hinterende aufzulösen ist. *Chaet. brevis* ist seit Ehrenberg thatsächlich von Niemand wieder erkannt und schon von Dujardin und Gosse als zweifelhafte Species bezeichnet worden[1]. Die Diagnose Ehrenberg's passt eben so gut auf *Chaet. spinulosus* Stok., als auf *Ch. longispinosus* Stok., *Chaet. enormis* Stok., *Chaet. persetosus* mihi, welche Arten auch in der Größe den Ehrenberg'schen Anforderungen genügen. *Es ist also Chaet. brevis als eine nicht haltbare Art zu streichen.*

Es muss bei systematischer Bearbeitung der Gastrotrichen mit großer Genauigkeit und Geduld zu Werke gegangen werden, da man z. B. manchen subjektiven Täuschungen ausgesetzt ist, welche nur durch genaue Messungen vermieden werden können. Die Anwendung sehr starker und scharfer Linsen (homogene Immersionen sind fast unerlässlich) sichert uns allein davor, die oft schwierigen Skulpturverhältnisse der Haut zu verkennen oder zu übersehen. Was andererseits die Bestimmung einer Species sehr erschwert, ist das veränderliche Aussehen der Körperform; es ist dies durch das Fehlen sicherer relativer Maßverhältnisse bedingt. Wie ich bei zwei Formen nachweisen konnte, wechseln gerade Schwanz und Ösophagus in ihrem Längenverhältnisse zum Körper eben so sehr nach dem Alter des Thieres ab, wie die Breite des Kopfes; die relativen Dimensionen dieser Organe sind nun Merkmale, welche häufig als Speciescharaktere verwendet worden sind. Wir wissen jetzt aber, dass das Verhältnis von Kopfbreite und Körperlänge bei einem jungen Individuum von *Lepid. squammatum* 2 : 9, bei einem völlig erwachsenen derselben Species 1 : 9 sein kann, dem Beschauer also im ersten Falle ein relativ doppelt so großer Kopf vorzuliegen scheint. Ganz Gleiches ergiebt sich für den Schwanz und den Ösophagus; der letztere variirt bei *L. squammatum* in seinem Verhältnis zur Körperlänge zwischen 4,3 : 10 und 3 : 10, bei *Chaet. maximus* Ehrb. zwischen 4,4 : 10 und 2,2 : 10. Es bleibt nichts Anderes übrig, als eine genaue absolute Messung der Dimensionen dieser Organe vorzunehmen, welche, wie im Kapitel Körperform dargelegt ist, unveränderliche Konstanten im Gastrotrichenkörper zu sein scheinen.

---

[1] Die wenigen Litteraturnotizen sind, wofern sie nicht in der historischen Einleitung aufgeführt sind, folgende: Ehrenberg, Nr. 1, p. 390. »Corpore ovato oblongo, sub apice turgido, leviter constricto, dorsi setis rarioribus, posticis longioribus, ovulis parvis.« Länge 0,06 mm. Dujardin, Nr. 3, p. 570; Gosse, Nr. 18, p. 396; Stokes, Nr. 35, 1887, p. 152. Alle haben außer Ehrenberg keine eigenen Beobachtungen über *Chaet. brevis* zu verzeichnen.

Wir werden nachstehende systematische Gliederung einhalten:

I. Unterordnung: Euichthydina, mit Gabelschwanz.
  1. Familie Ichthydidae, ohne Stacheln.
    Genus *Ichthydium*
    Genus *Lepidoderma*.
  2. Familie Chaetonotidae, mit Stacheln.
    Genus *Chaetonotus*
    Genus *Chaetura*.
II. Unterordnung: Apodina, ohne Gabelschwanz.
    Genus *Dasydytes*
    Genus *Gossea*.

Bestimmungstabelle der Gattungen.

Mit Gabelschwanz, Euichthydina . . . . 1)
Ohne Gabelschwanz, Hinterende abgestutzt, Apoda 2)
1) Mit Stacheln 3); ohne Stacheln 4)
2) Kopf mit Tentakel, Hinterende schwach gelappt . . . . Gossea mihi . . . p. 354.
Kopf ohne Tentakel, Hinterende abgerundet . . . . Dasydytes Gosse. p. 348.

3)	Schwanzgabel einfach	Chaetonotus Ehrb.	p. 311.
	Schwanzgabel dichotomisch	Chaetura Metschn.	p. 347.
4)	Haut ganz glatt	Ichthydium Ehrb.	p. 296.
	Haut mit Schuppen oder Höckern .	Lepidoderma mihi	p. 300.

I. Unterordnung: Euichthydina. Mit einfachem oder dichotomischem Gabelschwanz und Klebdrüsenapparat.

1. Familie Ichthydiidae, Haut entweder nackt oder beschuppt oder mit Höckern besetzt, nie mit Stacheln.

Ichthydium Ehrenberg 1830.

Ichthydium, C. G. Ehrenberg[1]; 1838; Nr. 1, p. 388.
Ichthydium, F. Dujardin[2]; 1841, Nr. 3, p. 570.
Ichthydium, A. Pritchard[3]; 1861, Nr. 15, p. 661.
Ichthydium, P. H. Gosse[4]; 1864, Nr. 18, p. 392.

1) »Animal ex Ichthydinorum familia, ocellis carens, nec pilosum, pseudopodio furcato terminatum.«

2) und 3) = 1).

4) »Hinterende gegabelt, aber ohne Borsten.«

Diagnose. Hinterende gegabelt, Körper ohne Stacheln; Haut ganz nackt, ohne Stacheln, Schuppen oder Höcker (zwei Species).

Ichthydium podura O. Fr. Müller 1786 (Taf. XIV, Fig. 15, 16).

Ichthydium podura, C. G. Ehrenberg[1]; 1838, Nr. 1, p. 388, 389, Taf. XLIII, Fig. II.

Ichthydium podura, F. Dujardin[2]; 1841, Nr. 3, p. 270.

Ichthydium podura, M. Perty[3]; 1852, Nr. 7, p. 47.

Ichthydium podura, C. Schmarda[4]; 1861, Nr. 14, p. 7.

Ichthydium podura, A. Pritchard[5]; 1861, Nr. 15, p. 661, Taf. XXV, Fig. 356.

Ichthydium podura, P. H. Gosse[6]; Juli 1864, Nr. 18, p. 392—393.

Chaetonotus podura, A. C. Stokes[7]; 1887, Nr. 35, p. 150.

1) »Corpore lineari-oblongo, sub apice turgido interdum trilobato saepe leviter constricto, furca postica brevi. Aufenthalt in Europa bei Paris, Kopenhagen, Straßburg und Berlin, im tropischen Nordafrika in Dongola beobachtet.« Folgt eine historische Darlegung. Sodann: »Ich sah es zuerst in Dongola, Nubien, zwischen Conferven des Nilwassers. Die damals 1821 entworfene Zeichnung ist in den Symbolis physicis mitgetheilt. Einen Wimperkranz am Munde habe ich in Dongola deutlicher gesehen als neuerlich, es kann aber der Wirbel bei der zu geringen Vergrößerung mir damals als Wimperkranz erschienen sein. Seit 1826 kenne ich das Thierchen aus dem freien Gewässer bei Berlin und seit 1831 halte ich das Dongalanische für dasselbe. Es ist farblos oder weißlich, aber oft durch Anfüllung

des breiten Darmes gelblich. Die Bauchfläche ist platt und bewimpert, die Rückenfläche gewölbt und unbehaart. Ich sah sehr große Exemplare ohne Spur von Rückenbehaarung, auch ist das Thierchen viel seltener als die folgende (behaarte) Gattung (*Chaet. maximus*). Ich sah es zuletzt am 7. Juli 1837 mit Oscillatorien. Einige Male sah ich deutlich ein Band von Wimpern längs der Bauchfläche; bei dem größten beobachteten Thierchen habe ich mich aber, freilich wohl nicht intensiv genug, umsonst bemüht, es direkt zu erkennen, obschon ich am Munde einen deutlichen Wirbel sah. Bei *Chaetonotus* habe ich neuerlich den Mund auffallend starr geöffnet und am Rande gekerbt, auch röhrenartig vorstehend gesehen, so dass ich auf den Gedanken kam, es könnte wohl ein Zahncylinder, wie bei Nassula, dort und hier vorhanden sein, dessen Vorschieben denn auch die dreieckige Kopfform periodisch bedingt. Dass es noch ein, diesem ähnliches, grünes Thierchen gebe, welches den wiederholten Irrthum mit dem Gabelschwanz der Euglena hervorgerufen habe, ist mir wegen des Mangels jenes Formenwechsels kaum wahrscheinlich, wäre aber doch möglich. Einige Male sah ich im hinteren verdickten Körper ein großes entwickeltes dunkles Ei, sonst aber blieb die Organisation unerkannt. Es schwimmt seltener als es kriecht. Größe $1/_{36}$ bis $1/_{12}$ Linie beobachtet.«

2) »M. Ehrenberg a formé le genre *Ichthydium*, pour un animal qui diffère des Chaetonotes par l'absence des poils, et qui présente de même son extrémité antérieure renflée en tête, et son extrémité postérieur bifurquée, et un tube digestif droit. La seule espèce de ce genre, *Ichthydium podura* a le corps long de 0,06 à 0,18 linéaire oblong. L'auteur cite comme synonyme, mais à tort, la *Cercaria podura* de Müller, qui paraît plutôt se rapporter à quelque Euglène. En effet, Müller dit qu'elle se ment en tournant sur son axe.«

3) »Bern, in Tümpeln mit Quellwasser, in Sumpfwässern, Torfgräben mit Lemna, unter Seerosenblättern, nicht oft. Juni bis September.«

4) »Dieses Geschlecht fand ich in Ceylon durch eine Form vertreten, die mit *I. podur*a übereinstimmt.«

5) Giebt nur eine wörtliche Übersetzung der Ehrenberg'schen Angaben nebst einer Kopie der Ehrenberg'schen Fig. II *1*, ohne dies jedoch anzugeben.

6) »Diese Form wurde oft von den früheren Beobachtern gesehen, wenn wir nämlich ganz sicher sein können, dass sie nicht mit *Chaetonotus larus* verwechselt worden ist.« Es folgt eine fast wörtliche Übersetzung sämmtlicher Ehrenberg'scher Angaben über diese Species. Sodann schließt der Autor: »Diese Species scheint selten zu sein; ich habe sie nicht selbst getroffen, noch habe ich seit Ehrenberg's veröffentlichten Beobachtungen eine Nachricht von ihrem Vorkommen gefunden.«

7) »Le corps, d'après Ehrenberg, est linéaire oblong, la partie antérieure renflée, quelquefois trilobée, souvent légèrement resserrée, et la partie postérieure fourchue. Il lui donne une longueur variant de $1/_{432}$ à $1/_{114}$ de pouce. Les quelques individus que j'en ai observés avaient la cuticule tout entière lisse et nue, à exception des quatre soies dorsales, déjà signalées comme existant dans chaque espèce et des deux bandes longitudinales de cils ventraux. L'anneau oral n'est pas bordé de perles. L'oeuf, — sur le seul spécimen que j'ai vu, et que j'ai négligé de mesurer, — etait entièrement lisse. Les animaux, dans les eaux voisines de ma demeure sont plutôt au dessous des mesures données par Ehrenberg.«

Eine Vergleichung aller Angaben zeigt uns, dass nur Stokes seit Ehrenberg diese Species mit Sicherheit gesehen hat. Die Erkennung war dadurch erschwert, dass Ehrenberg offenbar auch große Ichthydiden, wie *Lep. squammatum* Duj., zu dieser Art zog, sonst ist seine Angabe von $^1/_{12}$ Zoll = 0,1819 mm nicht leicht zu erklären. Hier soll bemerkt werden, dass Stokes in der nach Ehrenberg übersetzten Stelle bezüglich der Längenangabe unrichtiger Weise $^1/_{114}$ statt $^1/_{144}$ Zoll setzt.

Dieses mit vollkommen glatter Haut versehene Thierchen fand ich in den Teichen der Brauerei Reininghaus bei Graz im Juni dieses Jahres zwischen Characeen.

Es erreichte nur eine Länge von 0,075 mm. Sein dicker Kopf ist durch die Absetzung des vorderen medianen Lappens schwach dreilappig mit großen Seitenlappen und verjüngt sich schwach und ganz allmählich in den breiten kurzen Hals. Die Breite des Kopfes betrug 0,0163 mm, die des Halses 0,0125 mm. Der Rumpf war dick, erweiterte sich nach hinten und verengte sich mit rascher Rundung in den Schwanz, dessen Zehen kurz waren und nur 0,00875 mm maßen; auffallend verkürzt sind die Endtheile des Fußes mit einer Länge von nur 0,0025 mm.

Die Haut war sehr weich, und wurde bei den verschiedenen Körperwendungen in breite und tiefe Falten geworfen, welche ihr mitunter namentlich im Profil ein gewulstetes Aussehen gaben, aber vollkommen inkonstant bald da, bald dort auftraten; in Taf. XIV, Fig. 16 ist das Thier mit zwei solcher Falten (*fa*) abgebildet.

Die inneren Organe weichen nur in den Dimensionen von denen anderer Species ab; wichtig ist davon die Länge des Ösophagus mit 0,0188 mm.

Die Tasthaare waren wie überall am Halse und Hintertheile vorhanden; dazu kommt noch ein Paar solcher Haare am vorderen Kopftheile. In deren Nachbarschaft standen noch je circa drei Haare, von denen eines in schwach sichelförmiger Krümmung nach vorn gehalten, die anderen zwei schwingend bewegt wurden.

Die Cilienbänder der Unterseite waren ganz vorn durch einen schmalen Wimperstreifen verbunden, der Zwischenraum zwischen ihnen war ganz glatt, ohne Spur einer Struktur, wie ich mich mit homogenen Immersionen überzeugt hatte.

Neben der schwach längsgerippten Mundröhre (Stokes sah diese Streifen nicht), stand jederseits ein gerades kurzes Tasthaar nach vorn gerichtet da; ein Cilienstreifen zog sich von dieser Stelle nach den Flimmerbändern hinab (Fig. 16 Ci_2). Die großen seitlichen Tasthaare standen seitlich aber noch ventral neben diesem Flimmerstreifen eingepflanzt. Es ist wohl kein Zweifel, dass diese Species eher als jede andere Form beanspruchen kann, als Ehrenberg's *I. podura* angesehen zu werden; dazu berechtigt sie der Mangel an jeglicher Bekleidung der

Haut. Von *I. sulcatum* Stokes ist diese Species leicht dadurch zu unterscheiden, dass sie keine verflachten Seitenränder und keine konstanten Runzeln der Haut besitzen; auch ist das Hinterende, namentlich der Übergang vom Rumpf in den Gabelschwanz bei *I. sulcatum* ein allmählicher, bei *I. podura* ein plötzlicher.

Diagnose: Körper gedrungen, Kopf breit, schwach dreilappig, 0,0163 mm; Hals breit, allmählich eingeschnürt, 0,0125 mm; Rumpf breit, hinten plötzlich abgerundet.

Ösophagus 0,0188 mm.

Haut ganz nackt, weich, kann in Falten gelegt werden. Mundröhre schwach längsgestreift; Fuß 0,00875 mm, deren Endtheile 0,0025 mm, Totallänge 0,075 mm.

Habitat: Ceylon (?); Deutschland: Berlin; Nordamerika, Ver. Staaten, Trenton (New Jersey); (Nubien?); Österreich: Graz, Reininghauser Teiche, Juni, Characeen (siehe außerdem die Angaben sub 1); Schweiz: Bern, Juni — September, Lemna, Seerosenblätter.

Ichthydium sulcatum A. C. Stokes 1887 (Taf. XV, Fig. 17).

Chaetonotus sulcatus, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 151, Taf. I, Fig. 15.

[1] »Le caractère particulier de cette forme réside dans les sillons transversaux, profonds, que l'on observe ordinairement d'une manière très nette sur le dos et les côtés de l'animal. Rarement, ils sont presqu'oblitérés ou representés par quelques rides peu profondes qui passent en travers du dos. Le corps est très mou et flexible et plus hyalin que celui des autres espèces observées jusqu'ici, et les bords latéraux, qui sont tellement amincis qu'ils donnent au corps un aspect ailé, sont élégamment crénélés, ainsi que le dos, sur une vue de profil. La région postérieure (Pl. I, fig. 15), entre la bifurcation caudale et la convexite dorsale, est rétrécie et beaucoup plus longue que dans toutes les autres espèces, particularité qui semble caractéristique. Quant à l'ovaire, il parait placé beaucoup plus en avant, ce qui donne à l'oviducte une longueur peu commune. L'anneau oral n'est pas remarquablement perlé. L'oesophage n'a pas plus du sixième de la longueur du corps entier. La taille varie de $^1/_{136}$ à $^1/_{237}$ de pouce. Dans la petite forme j'ai vu un oeuf ovarien paraissant près d'ètre expulsé, possédant un noyau, et, à côté, etait un autre oeuf en voie de développement. C'est un Ichthydium, si ce genre doit ètre conservé.

Diagnose: Körper an den Seiten flügelartig verdünnt, hintere Rumpfregion verlängert mit eingezogenen Rändern; Rücken und Seiten mit tiefen Querfurchen, selten nur mit einigen seichteren Runzeln versehen.

Mundring wenig längsgestreift. (Ösophagus nur $^1/_6$ der

Totallänge, genaue Angabe fehlt.) Totallänge 0,1071 bis 0,1867 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Trenton, New Jersey.

Lepidoderma nov. gen. 1889.

Diagnose: Hinterende gegabelt, Körper ohne Stacheln, Haut mit Schuppen oder Höckern bedeckt (vier Species).

Bestimmungstabelle für Lepidoderma.

Mit Schuppen	Schuppen wappenschildförmig	squammatum F. Dujardin.
	Schuppen spitz rhombisch	rhomboides A. C. Stokes.
	Schuppen in Form winziger spitzer Dreiecke, Kopf mit zwei stark lichtbrechenden Körperchen	ocellatum Metschnikoff.
Mit halbkugeligen Papillen		concinnum A. C. Stokes.

Lepidoderma squammatum F. Dujardin 1841 (Taf. XII, Fig. 1—3, 6—9, 11).

Chaetonotus squammatus, F. Dujardin[1]; 1841, Nr. 3, p. 569, Taf. XVIII, Fig. 8.

Chaetonotus squammatus, P. H. Gosse[2]; 1851, Nr. 6, p. 198.

Chaetonotus squamosus, M. Schultze[3]; 1853, Nr. 9, p. 247.

Chaetonotus squamatus, A. Pritchard[4]; 1861, Nr. 14, p. 662.

Chaetonotus squammatus, P. H. Gosse[5]; 1864 Juli, Nr. 18, p. 369, Pl. I, Fig. 6.

Chaetonotus tesselatus, E. Metschnikoff[6]; 1864, August, Nr. 19, p. 451, Taf. XXXV, Fig. 8.

Ichthydium maximum, H. Ludwig[7]; 1875, Nr. 23, p. 219.

Chaetonotus squammatus, O. Bütschli[8]; 1876, Nr. 24, p. 387, Anm.

Chaetonotus sqammatus A. C. Stokes[9]; 1876, Nr. 35, p. 153.

Chaetonotus tesselatus, A. C. Stokes[10]; 1887, Nr. 35, p. 153.

Chaetonotus loricatus, A. C. Stokes[11]; 1887, Nr. 35, p. 560, Taf. I, Fig. 5; Taf. II, Fig. 16—21.

---

1) »Corps allongé, un peu rétréci vers le tiers antérieur, et renflé au contraire dans sa moitié postérieure, long de 0,20 à 0,22; revêtu en dessus de poils courts, élarges en manière d'ecailles pointues régulièrement imbriquées. Cet animal s'était multiplié beaucoup, au mois de janvier 1840 dans un petit bocal aù j'avais conservé

des Spongilles en 1838, et que j'avais apportè de Paris à Toulouse avec tout ce qu'il contenait. Vu par dessus, ce Chaetonote paraît couvert d'écailles transverses formant sept rangées longitudinales engrenées mutuellement; mais quand il se recourbe et quand il se laisse voir de profil, on reconnaît que les écailles ne sont autre chose, que la base d'autant de poils courts qui recouvrent tout le dos et même le deux branches de la bifurcation postérieure. La bouche, qui ordinairement se voit comme une ouverture ronde bordée d'un anneau, m'a paru quelquefois entourée de quatre ou cinq petites papilles; les cils vibratiles de la face inférieure sont très longs, rayonnants, et ne se voient bien que sous le tiers antérieur. M. Ehrenberg a nommé *Chaetonotus maximus*, un espèce qui est peut-être la même que celle-ci; il lui assigne une longueur de 0,12 à 0,22, et dit que son oeuf est long de 0,07, mais il se borne à dire que le soies dorsales sont courtes et égales, sans mentionner leur disposition en écailles.«

2) erwähnt den Namen.

3) »Auch *Chaet. squammosus* Dujardin könnte sich als ein Synonym (von maximus und larus Ehrb.) herausstellen.«

4) Eine fast wörtliche Übersetzung von Dujardin's Diagnose, ohne eigene Beobachtung.

5) »Im Jahre 1850 fand ich ein Thier, welches ich für diese Species halte, in einer Flasche mit Wasser, welche zur Züchtung von Räderthieren in meinem Garten aufgestellt war. Die zu jener Zeit ohne Bekanntschaft mit Dujardin's Beobachtungen gemachte Beschreibung lasse ich folgen. Länge $^1/_{170}$ Zoll. In der Form ähnlich *Chaet. larus*, ziemlich breit im Verhältnis zur Länge. Beim ersten Blick erscheint der Körper ganz glatt; aber stark auf die Seite gewendet sieht man ihn von Haaren derart bedeckt, als wären sie wie nassgemachtes menschliches Haar in Locken zusammengeklebt, diese Locken trennen sich dann. Die Umrisslinie des Kopfes ist leicht fünflappig und an jeder Seite des Vorderendes sind einige lange schlanke Borsten, welche seitlich divergiren ähnlich den Borsten einer Katze, vorhanden. Längs der Ventralfläche laufen zwei durch die ganze Länge sich ausdehnende Reihen von schwingenden Cilien; sie scheinen vorn am längsten zu sein. Ich sah sie deutlich überall in Schwingung; die Bewegung, welche sich den herumschwimmenden Körperchen mittheilte, war stark und deutlich sichtbar. Die Körperchen werden jedoch ohne Spur eines Wirbels nur der Länge nach gegen hinten getrieben. Mund, Ösophagus und Darmkanal sind von denen der nächststehenden Species nicht verschieden; aber die Oberfläche des Körpers zeigt einige Besonderheiten; sie scheint in eine Anzahl von queren oder ringförmigen Falten geworfen, was möglicherweise durch die Anordnung der Haare in Locken verursacht wird. In dem vorderen Drittel ist eine Anzahl von queren dunklen, mit vieler Regelmäßigkeit in Quincunx angeordneten Flecken zu sehen, deren Natur ich nicht bestimmen kann, wenn es nicht Abtheilungen der Haarmassen sind; gewiss sind es keine Flecken von bestimmter Färbung. Das ganze Thier ist farblos, der Darm körnig; er erschien jedoch leer. Das Thier wollte kein Karmin annehmen. Reproduktionsorgane waren nicht zu unterscheiden. Die gegabelten Zehen waren an den Enden stumpf; bisweilen waren sie weit getrennt; dass sie weich sind, wurde dargethan, als eines der Enden bei einer Drehung des Thieres durch Pressung an das Glas gebogen war. Es besitzt die Fähigkeit der Kontraktion und Verlängerung in geringem Maße. Bei der ersteren werden die tranversalen Runzeln deutlicher und das Thier wird kürzer und breiter. Mein Exemplar war sehr beweglich, kroch schnell und schwamm mit großer Geschwindigkeit, jedoch in unentschlossener un-

stäter Art. Der Körper ist sehr biegsam und krümmt sich häufig so, dass er zweimal gekrümmt ist.«

6) »Wenn man nun die Gestalt der Rückenborsten als Arten-Kriterium der zur Gattung *Chaet.* gehörenden Formen annimmt, so muss man *Chaet. tesselatus* von Dujardin als eine besondere Species betrachten; und in der That unterscheidet sich diese von mir nicht selten in Charkow und in Gießen gefundene Art auffallend von allen übrigen durch die besondere schuppenartige Form der Rückenborsten (Taf. XXXV, Fig. 8).«

7) Siehe *Chaet. maximus* Ehrb. 5), sowie Folgendes: »Letztere Form (*Chaetonotus maximus* Ehrb.) halte ich, wie Dujardin selbst schon vermuthet hat, für identisch mit *Chaetonotus squammatus* Duj. Diese heißt bei Dujardin sowohl im Texte als auch in der Tafelerklärung *squammatus*, und weiß ich nicht, wie Metschnikoff dazu gekommen ist, statt dessen *Chaet. tesselatus* Duj. zu schreiben. Auch Schultze begeht eine Inkorrektheit, indem er *Chaet. squamosus* Duj. schreibt.«

8) »Wahrscheinlich hat Dujardin schon die Basalplättchen der Borsten bei seinem *Chaet. squammatus* gesehen, denn er schreibt von diesem: »revêtu en dessus de poils courts élargis en manière d'ecailles pointues régulièrement imbriquées.« Metschnikoff nennt diese von Dujardin beschriebene Art, die er wieder auffand, fälschlicherweise immer *Chaet. tesselatus*.«

9) »Dujardin dit dans sa description que *Chaetonotus* est muni sur le dos, de courtes soies, élargies à la base en écailles pointues et régulièrement imbriquée. Vu de dessus il paraît couvert transversement de ces écailles qui forment sept rangées longitudinales, mais quand on examine le profil, on voit que les écailles sont les bases élargies d'autant de soies courtes qui garnissent le dos tout entier et même les deux branches de la bifurcation caudale. Je ne suis pas certain qu'aucune des formes, que j'ai rencontrées puisse être rapportée à celle-ci. Certainement, personne ne pourrait, avec le fins objectivs que nous avons aujourd'hui, tenir pour exact le fait avancé par Dujardin que les soies ou écailles ne peuvent être vues que sur l'animal examiné de profil. Dans un seul cas, j'ai vu pendant un moment un *Chaetonotus* qui pourrait être le *Chaet. squammatus*, mais je l'ai perdu avant d'avoir pu l'étudier convenablement.«

10) Je n'ai connaisance que d'une allusion accidentelle à cette forme dont je n'ai pu trouver le description originale.«

11) »Le corps entier, à l'exception des prolongements caudaux et de l'edroit espace ventral entre les deux bandes longitudinales des cils, est couvert d'écailles imbriquées, paraissant demi-circulaires, dont le bord libre, arrondi, est dirigé vers la tête de l'animal, c'est-à-dire dans le sens opposé à celui des écailles d'un poisson, et qui donnent au corps une apparence bizarre, mais jolie. Les bords libres de ces écailles transparentes semblent épaissis, mais cela doit être une erreur et on l'a omis sur la figure (Pl. II, fig. 16). Ces appendices s'etendent autour des bords latéreaux à la marge externe des bandes ciliées, ou ils cessent. L'intervalle ventral est nu. En outre des cils ventraux, il y a de chaque coté dé l'anneau oral une touffe de cils qui continue les groupes anterieurs de cils tactiles (Pl. I, fig. 5). Ces cils aussi bien que les soies tactiles, sont incurvées et leur fonction parait être de créer un courant pour amener la nourriture, tandis que ceux des bandes ventrales son principalement locomoteurs. L'animal a $^1/_{185}$ de pouce de longueur. Ses mouvements sont rapides et »erratiques« lorsqu'on vient de le déposer sur le porte-object, mais bientôt, il se calme et se livre à une recherche comparativement tranquille de sa nourriture. L'ouverture orale est placée obliquement (Pl. II, fig. 21) l'anneau oral était fortement perlé. L'oesophage occupe du tiers au quart de la longueur du

corps. Les bords de sa cavité sont finement et regulièrement crénelés. Chez les adultes mûrs, il y a souvent de diverticules latéraux temporaires, très remarquablement développés, ou passages, d’inégale longueur (Pl. II, fig. 19) qui paraissent s’étendre du canal central aux canaux l’atéraux. Ils s’ouvrent et se ferment à la volonté de l’animal, mais si c’est par une action musculaire irregulière, ou si ce sont des parties normales de l’organe, je l’ignore. Il y a une variété rare qui diffère de la précédente par son corps plus petit, par ses écailles moins nombreuses et beaucoup plus petites, et par la présence de deux longues épines recourbées sur chaque bord latéral près de la partie postérieure. L’oeuf mesure $^{1}/_{545}$ de pouce de longueur. Il a une surface et les deux extrémités qui sont armées de papilles creuses ou de courtes épines creuses; le sommet des papilles et des épines est bifide ou émarginé (Pl. II, fig. 20). Les longs et les courts appendices se rencontrent souvent sur le même spécimen.«

Dieses von mir hier häufig gefundene *Lepidoderma* hat einen schwach fünflappigen länglichen Kopf, an welchem der vordere mediane Lappen sich deutlich von den angrenzenden lateralen absetzt, während die Einziehung zwischen den hinteren und vorderen lateralen Lappen sehr undeutlich ist, einen allmählich und schwach eingeschnürten Hals und einen Rumpf, der bei schwach entwickelten Eiern nicht breiter als der Kopf ist.

Folgende Maße gab mir ein Thier ohne entwickelte Eier mit einer Totallänge von 0,193 mm.

Größte Breite des Kopfes von oben . . .	0,0330	mm
Größte Breite des Kopfes von der Seite .	0,0220	mm
Kleinste Breite des Halses von oben . .	0,0220	mm
Kleinste Breite des Halses von der Seite	0,0165	mm
Größte Breite des Rumpfes	0,0330	mm
Länge des Ösophagus	0,0415—0,0437	mm
Länge des Darmes	0,1321	mm
Breite des leeren Darmes am Ösophagus	0,01276	mm
Breite des leeren Darmes hinten	0,0096	mm.

Meine Exemplare schwankten in ihrer Länge zwischen 0,1187 mm bis 0,2 mm.

Die Grundform dieses Thieres wie aller übrigen ist ein Cylinder von elliptischem Querschnitte, dessen große Achse horizontal liegt, wie die Maße am Kopf und Hals ergeben. Am Rumpfe wird diese Form durch wechselnde Entwicklung der Eier fortwährend verändert.

Die Schwanzspitzen sind 0,022 mm lang. Sie sind nach abwärts gekrümmt, wesshalb bei einigermaßen stärkerer Quetschung eine Vergrößerung des Krümmungsradius eintritt. Durch diese Abflachung wird die Schwanzspitze um 0,00275 mm länger. Der Basaltheil der Schwanzspitzen misst 0,0110 mm, der Endtheil in normaler Lage eben so viel, nach Quetschung 0,0137 mm. Der ganze Körper ist mit Ausnahme der beiden Flimmerbänder von Schuppen bedeckt, welche am Rücken und Bauche deutlich in alternirenden Längsreihen stehen.

Dieser Reihen zählt man an einem nicht gequetschten, von oben betrachteten Thiere am Kopfe, je weiter man von der Spitze gegen die breiteste Stelle nach hinten schreitet drei, fünf und sieben (Fig. 3). Am Halse erscheinen ebenfalls sieben Reihen. Der Rumpf zeigt acht Reihen und bei Quetschung, oder wenn er durch ein Ei aufgetrieben ist, kann man noch eine halbe Reihe mehr sehen (Fig. 9). Von der Spitze des Kopfes bis zu jener Stelle am Hinterleibe, wo die Schuppen ihre regelmäßige Form einbüßen, zählt man 26 Platten in jeder der mittleren Längsreihen.

An den Seiten schließen sich an diese Reihen noch andere an, welche bis zu den Flimmerbändern reichen, und zwar am Vorderende drei, am Rumpfe vier. Die an das Flimmerband angrenzende Reihe hat sehr kleine Schuppen. Der Übergang der drei vorderen in die vier rückwärtigen geht sehr einfach auf diese Weise vor sich, dass die Grenzreihe des Vorderendes sich von dem Flimmerband entfernt und ihre Schuppen allmählich größer werden, an ihrer Stelle aber am Anfang des Rumpfes eine neue Reihe kleiner Schüppchen auftritt.

Die Form der Schuppen ist je nach ihrem Platze verschieden (Fig. 7). Am vordersten Theil des Kopfes ist sie die eines Wappenschildes mit dreieckigem Vorderende bei einer Breite von 0,00625 mm und einer Länge von 0,0075 mm. Gegen rückwärts fortschreitend, treffen wir das dreieckige Vorderende allmählich im flachen Bogen sich abrundend. Die Halsschilder zeigen fast gerade Vorderränder. Sie sind 0,0025 mm breit und eben so lang. Am Hinterende bauchen sich die letzteren wieder dreieckig vor und sind 0,005 mm breit, 0,0075 mm lang. Das Hinterende jeder Schuppe ist etwas verjüngt und hört mit rundlichem zarten Rande auf.

Hinter der 26. Querreihe hört die Regelmäßigkeit der Beschilderung auf (Fig. 9); es folgt eine Querreihe kleinerer, eine Reihe größerer und nach ihr wieder eine Reihe sehr kleiner Schuppen. Sodann beginnen die Schuppen des Basaltheiles des Schwanzes in drei Querreihen mit successiver Abnahme der Schilderzahl von 3—1. Diese Schilder oder Schuppen sind alle sehr groß. Die innerste der ersten Reihe ragt über den Rand des von ihr bedeckten Körpertheiles nach innen hinaus und giebt, da dieser Rand sehr stark lichtbrechend ist, Anlass zu einer optischen Täuschung. Bei schwächeren Vergrößerungen ist man nämlich überzeugt, eine in den von den Schwanzspitzen eingeschlossenen Raum hineinstehende Borste zu sehen (Fig. 1 *Fb*). Diese Borste erweist sich bei genauerem Zusehen als der oben erwähnte Schuppenrand. Noch täuschender ist der Anblick, wenn die Schwanzspitze stark nach abwärts eingeschlagen wird, wodurch, da die Schuppe nicht mit gekrümmt wird, ein noch größerer Theil des Schuppenrandes freigelegt wird.

Die Unterseite zeigt ebenfalls manche Eigenthümlichkeit ihrer Bedeckung.

Durch eine Querfurche wird der vorderste Theil des Kopfes von den Flimmerbändern geschieden und ist mit symmetrisch gelagerten Platten bedeckt, wie Fig. 1 zeigt. Knapp hinter der Mundröhre erheben sich zwei kleine, kurze, kegelförmige Spitzen (*Ke*). Der Raum zwischen den Flimmerbändern ist im vorderen Theile mit schmalen Querplatten bedeckt (*Pl*), welche nach rückwärts breiter werden. Im ersten Drittel der Körperlänge oder etwas dahinter treten an ihre Stelle Schuppenreihen (*Sch*).

Diese Schuppen stehen ebenfalls in alternirenden drei Längsreihen derart, dass sie den Eindruck schiefer Reihen machen, welche sich allmählich vom Rande des links vom Beschauer liegenden Flimmerbandes entfernen und dem rechten zustreben, während an der so entstehenden leeren Stelle eine neue Reihe mit kleinen Schuppen anfängt, welche allmählich größer werden. An den Rändern können sich ganz kleine Schuppen einfügen. Das Hinterende dieses ventralen Schuppenstreifens wird von vier mit ihren Rändern sich breit deckenden Platten geschützt, welche eine langgestreckt parabolische Form besitzen (Sch_1). Der hier angrenzende Basaltheil des Schwanzes wird, ähnlich wie die dorsale Fläche desselben, von drei Reihen besonders geformter Schuppen bedeckt (Fig. 8); wie am Rücken zählt die erste Reihe drei, die zweite zwei, die dritte eine Schuppe, und eben so steht die innerste Schuppe über den Umriss des Körpers hinaus, besitzt hinten eine scharfe Ecke und giebt durch ihren verdickten Rand Veranlassung für das Bild einer kräftigen Borste. Der Mundring ist längsgerippt.

Ganz eigenthümlich erscheinen an den Seiten die Schuppen im Profil gesehen. Durch die komplicirte Krümmung ihrer Oberfläche geben sie das Bild eines Schnörkel und verleihen der Umrisslinie des Körpers einen welligen gelockten Charakter (Taf. XII, Fig. 16). Wie im allgemeinen Theil näher beschrieben wird, laufen die Schuppen nach rückwärts in eine sehr dünne Platte aus, welche im Profil täuschend einer Borste gleich sieht. Diese Ähnlichkeit wird um so größer, wenn das Thier sich krümmt und nun die Plattenenden mehr von dem Körper abstehen; ganz besonders aber tritt die Täuschung ein, wenn ein Sandkörnchen oder sonst ein Fremdkörper unter eine Schuppe geräth und sie aufhebt, in welchem Falle im Profil die Ähnlichkeit mit einer Borste eine vollendete ist.

Es ist nicht schwer, die Identität aller oben angeführten Formen darzulegen. Dujardin hat ganz richtig von queren Schuppen, welche in sieben Längsreihen alternirend angeordnet sind und sich dachziegelartig decken, sprechen können und ließ sich nur durch die Profilansicht täuschen, als er diese Schuppen für die Basen kurzer Haare erklärte. Daher ist auch der Zweifel Stokes' an der Exaktheit der Dujardin'schen Beschreibung nicht am Platze. Stokes ist vielmehr durch mehrfache Ungenauigkeiten dahin gekommen, drei identische Formen neben einander, darunter die eine als neu zu beschreiben. Das Geschick hat dieser Species übel mitgespielt, wie uns ein kurzer historischer Überblick lehrt. Dujardin selbst, der Ehrenberg's *maximus* nicht kannte, ließ die Möglichkeit offen, dass sein *squammatus* dieselbe Species sein könnte, welche Vermuthung auch von M. Schultze getheilt und von Ludwig zur Gewissheit erhoben wurde. Schultze machte zudem einen *squamosus*, Metschnikoff einen *tesselatus* aus ihm, welche Irrthümer Ludwig berichtigte. Stokes, der die Arbeit Ludwig's citirt, übersah diese Berichtigung, und erklärt, in Dujardin's Arbeit diese Species *tesselatus* nicht habe finden zu können, was begreiflich ist, da sie niemals existirte. Sodann citirt er die Species *Ch. squammatus* Duj. und beschreibt darauf ein junges Exemplar derselben als *Ch. loricatus* sp. n. In dieser Beschreibung ist außerdem zu berichtigen, dass der ventrale Zwischenraum zwischen den Flimmerbändern nicht nackt, sondern beschuppt ist und die Schuppen des Rückens bei näherer Betrachtung nicht halbkreisförmig sind, wie sie erscheinen. Die von ihm angegebene Länge $^1/_{185}{}''$=0,1372 mm fällt innerhalb der Länge unseres Thieres.

Nur Gosse hat dieses Thier wieder erkannt und gut beschrieben. Es wird auch seine Angabe, dass auf den ersten Blick der Körper ganz glatt, von der Seite aber von gelockten Haaren bedeckt erscheine, ganz klar, er hatte die geschnörkelte Profillinie der Schuppe mit lockigem Haar verglichen. Seine Längenangabe $^1/_{170}{}''$ = 0,1494 mm stimmt mit unseren Maßen überein. Die Kopf- und Körperform nach Beschreibung und Zeichnung Gosse's ist dieselbe wie die unserer Species.

Diagnose: Der Körper mit Ausnahme der Flimmerstreifen und des Endtheiles der Schwanzspitzen mit glatten großen wappenschildförmigen Schuppen bedeckt, welche im Profil gekrümmten Borsten ähnlich sind, ohne eine einzige Borste. Zwei Schuppenpaare am Hinterende täuschen vier über den Körper vorstehende Borsten vor.

Schuppen am Kopfe und Halse in sieben, am Hinterleibe in acht alternirenden Längsreihen gestellt.

Kopf schwach fünflappig, eben so breit wie der Hinterleib = 0,033 mm, allmählich in den wenig eingeschnürten Hals übergehend.

Zwischen den Flimmerbändern an der Bauchseite vorn Querringe, hinten Schuppen.

Mundröhre längsgerippt.

Totallänge 0,1187—0,2 mm (0,22 mm nach Dujardin).

Habitat: Deutschland: Gießen; Frankreich: Paris; England; Österreich: Graz; Nordamerika: Trenton, New Jersey.

Lepidoderma ocellatum E. Metschnikoff 1864 (Taf. XV, Fig. 19).

Ichthydium ocellatum, E. Metschnikoff[1]; August 1864, Nr. 19, p. 451, Taf. 35, Fig. 1.

Ichthydium podura, H. Ludwig[2]; 1875, Nr. 23, p. 214—218, 220 und 222, Taf. XIV, Fig. 1—5.

Ichthydium podura, H. Ludwig[3]; 1886, Nr. 32, p. 821, Fig. 777, 778.

---

[1] »Aus der Gattung *Ichthydium* kenne ich eine neue, in der Provinz von Charkow von mir beobachtete Art, die ich nach der Eigenthümlichkeit, die sie darbietet, als *Ichthydium ocellatum* bezeichne. Diese in Taf. XXXV, Fig. 1 abgebildete flaschenförmige Art ist am Vorderende mit einigen ziemlich langen Haaren und außerdem noch mit einem flimmernden Haarüberzuge der Bauchfläche versehen.«

[2] Was zunächst die Körpergestalt betrifft, so ist dieselbe mit derjenigen des *Chaetonotus* übereinstimmend. Die Größe ist aber etwas geringer, 0,083—0,14 mm; dabei misst die Körperbreite hinten 0,026—0,035, vorn 0,021—0,023 mm. Es kommt nicht selten vor, dass die Oberfläche des Körpers allmählich auftretende und wieder hinschwindende Einschnürungen und Anschwellungen zeigt (vgl. Fig. 2). Dieselben sind offenbar zurückzuführen auf Kontraktionszustände der unter der Cuticula liegenden protoplasmatischen Substanz der Körperwandung. Die Cuticula, welche den ganzen Körper überkleidet, hat eine Dicke von 0,0009 mm. Als Fortsätze derselben finden sich dieselben Gebilde, wie bei *Chaet. larus*, doch nicht ohne für die Art charakteristische Modifikationen. Die Wimperstreifen der Bauchseite sind eben so angeordnet, die einzelnen Wimperhaare sind 0,01 mm lang. Auch über die Endgriffel und die Klebdrüsen habe ich fast nur das bei dem *Chaet. larus* Gesagte zu wiederholen. Die Schwanzspitzen messen in ihrer Länge bei einem 0,12 mm langen Exemplar 0,0167 mm, wovon 0,007 mm auf den Endgriffel kommen. Auch die Tasthaare sind in derselben Gestalt und derselben Anordnung wie bei *Chaet. larus* vorhanden. Sie messen 0,0167—0,018—0,02 mm. Ihre Bewegung ist eine deutlich peitschenförmige. Die Rückenstachel sind hingegen sehr verschieden von denjenigen des *Chaet. larus*. Während sie bei letzterem Thiere namentlich auf der hinteren Partie der Rückenoberfläche eine für die Körpergröße des Thierchens gewaltige Entwicklung gewonnen haben, sind sie hier auf ein Minimum reducirt und dies in einem solchen Maße, dass sie bisher von Niemand erkannt wurden, ja Ehrenberg stellt sogar ihr Vorhandensein ausdrücklich in Abrede. Betrachtet man

aber ein Individuum vom Rücken her mit starken Vergrößerungen, so giebt sich zunächst ein System von Linien zu erkennen, welche im Allgemeinen in der Längsrichtung des Thieres über seinen Rücken hinziehen. Auf dem hinteren Leibesabschnitte verlassen die Linien die genaue Längsrichtung und biegen sich in sanfter Krümmung nach der Mittellinie der Rückenoberfläche (Fig. 1). Bei weiterem Studium dieser Linien löst sich eine jede derselben in eine große Anzahl hinter einander liegender Verdickungen der Cuticula auf, von welchen jede einzelne ungefähr 0,003 mm lang ist und eine zugespitzte Gestalt hat, indem das vordere Ende derselben breiter erscheint als das äußerst feine hintere. Man kann demnach in diesen Gebilden ohne Weiteres die Homologa der mächtigen Rückenstachel des *Chaet. larus* erblicken. Da man aber in den Seitenansichten des *Ichthydium podura* niemals ein Hervorragen dieser Cuticulargebilde über die Rückenoberfläche erkennt, so sind dieselben genauer nicht den ganzen Rückenstacheln des *Chaet. larus*, sondern nur den Basalplatten zu homologisiren.« (Die übrigen Angaben s. anatom Theil.) Sodann p. 220 »*Ichthydium podura* O. Fr. Müller = *Ichth. podura* Ehrenberg = *Ichth. ocellatum* Metschnikoff. Rückenstacheln rudimentär. Augen vorhanden, eben so zwei Rückenhaare. Die Thiere sind 0,08—0,14 mm lang.« p. 222 »Metschnikoff hält sein *Ichth. ocellatum* für eine neue Art. Ich kann indessen darin nur das *Ichth. podura* Ehrenberg's wiedererkennen. Metschnikoff's Meinung hat nur den einen Grund, dass seine Form Augen habe, die Ehrenberg'sche Art aber nicht. Da aber beide Formen in allen Beziehungen, so weit die Angaben Ehrenberg's reichen, eine völlige Übereinstimmung erkennen lassen, die augenlose Form aber seit Ehrenberg von Niemand wieder gesehen wurde, so scheint mir das Richtigste zu sein anzunehmen, dass Ehrenberg die Augen bei seinen Individuen übersehen hat, woraus ihm sicherlich kein Vorwurf erwächst. Hat doch auch Metschnikoff die Rückenhaare an seinem *Ichthydium* übersehen, während er sie bei seinem *Cephalidium longisetum* abbildete.«

3) »*Ichth. podura* Müller. Fig. 778. Rückenstachel verkümmert; zwei Augen; hinten auf dem Rücken stehen zwei starre Haare; Länge 0,08—0,14 mm; häufig.«

Diese Species konnte ich in Graz leider nicht auffinden; ich muss mich daher begnügen, die Angaben Ludwig's und Metschnikoff's zu vergleichen und den Nachweis zu liefern, dass ich berechtigt bin, in dieser Form eine neue Art zu sehen. Da es mir gelungen ist, ein echtes *Ichthydium* aufzufinden, wird man mir zustimmen, wenn ich in dem von Metschnikoff entdeckten und von Ludwig wiedergefundenen Thiere (dass Ludwig selbst beide für ident hält, geht aus seiner Zusammenstellung in Nr. 23, p. 220 hervor) eine von *podura* verschiedene Species erblicke, welche auch dann, wenn man das Genus *Lepidoderma* mit *Ichthydium* vereinigt lassen würde, niemals mit ihr zusammengeworfen werden dürfte. Die trennenden Merkmale sind erstens in der Beschaffenheit der Haut gelegen, welche bei *I. podura* ganz glatt, ohne jede Struktur, bei *Lep. ocellatum* mit feinen, in Längsreihen angeordneten, dreieckigen Verdickungen versehen ist; ein weiterer Unterschied ist das bei *Lep. ocellatum* von beiden Forschern konstatirte Vorkommen von lichtbrechenden Körpern am Kopfe, welche bei *I. podura* weder von Ehrenberg noch von mir gefunden wurden.

Endlich sind die Zehen bei beiden ganz anders geformt; *I. podura* hat ein winziges Endglied, welches weniger als ein Drittel so lang ist, als der Endtheil bei *Lep. ocellatum.*

Ludwig gebührt das Verdienst, diese Form, welcher also der von Metschnikoff beigelegte Name zu verbleiben hat, genau beschrieben zu haben. Ich glaube, dass er, indem er die winzigen dreieckigen Verdickungen der Haut beschrieb, die er selbst »Basalplatten« heißt, Schuppen im ganz gleichen Sinne gesehen hat, wie wir sie bei *Lepidoderma squammatum* Duj. kennen. Metschnikoff hat leider keine Längenangabe gemacht.

Diagnose: Körpergestalt ähnlich der von Chaetonotus larus. Oberfläche mit feinen Längslinien versehen, welche aus hinter einander liegenden, dreieckigen Verdickungen bestehen. Schwanzendtheil 0,007 mm lang.

Totallänge 0,083—0,14 mm.

Habitat: Deutschland: Göttingen; Russland: Charkow.

Lepidoderma rhomboides A. C. Stokes 1887 (Taf. XV, Fig. 4 *a*, *b*, *c*, *d*).

Chaetonotus rhomboides, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 561, 562, Taf. II, Fig. 31—35.

---

[1] »Les caractères de cette espèce, qui n'a pas encore été décrite jusqu'ici, sont la forme inaccoutumée de la tête, les petites écailles rhombiques et les appendices caudaux extrémement longs. Le corps lui même est long et étroit, mesurant environ $^1/_{86}$ de pouce en longueur. L'extrémité postérieure se divise en deux furculatures ou branches, dont chacune à de $^1/_3$ a $^1/_4$ de la longueur entière de l'animal. Ces branches s'amincissent graduellement à leur bout libre et sont composées d'environ vingt anneaux ou articles légérement étranglés. Elles sont librement mobiles et flexibles et constituent des organes en forme de queue, uniques dans ce genre d'animaux microscopiques. A leur jonction avec l'extrémité postérieure du corps, elles sont séparées par une émargination plus ou moins marquée, comme on le voit dans la Pl. II, Fig. 31 ou un seul de ces appendices caudaux est représenté. Elles paraissent invariablement, au moins sur les différents individus que j'ai examinés, tout à fait creuses et vides. Il m'a été impossible de voir le conduit des glandes caudales, non plus que l'appareil musculaire de cette partie. La tête, large, est formée de trois lobes, dont un frontal et deux latéraux. Le premier se termine de chaque côté à un groupe unique, acuminé, de sois en forme de pinceau, ordinairement appliqué tout contre la partie antérieure des lobes latéraux, qui se terminent aussi à un pinceau de soies, unique, plus fort et plus remarquable que les pinceaux frontaux (Pl. II, Fig. 35). L'anneau oral est perlé et les cils oraux paraissent se projeter en touffe. Immédiatement derrière l'anneau oral est un sillon transversal étroit et profond, un peu plus petit que la moitié de la largeur de la tête à cet en droit, car celle-ci mesure environ $^1/_{700}$ de pouce de large, tandis que le sillon n'a que $^1/_{1500}$ de pouce de long. — Les poils tactiles sont très longs, et il y a plusieurs cils vibratiles additionnels, de chaque

côté de l'anneau oral, cils qui sont remarquablement droits et raides, bien que mobiles. Les cils ventraux sont disposés en deux longues bandes latérales, l'espace intermédiaire étant lisse et nu. Il n'a pas été observé de papilles oculiformes. Le dos et les cotés sont complètement recouverts d'une cotte de maille formée d'ecailles rhombiques, transparentes, imbriquées. Elles n'ont pas plus de $^1/_{5000}$ de pouce de long, et examinées sous un fort grossissement, présentent un aspect fort élégant. On an essayé de la reproduire dans la figure 32 (Pl. II) mais avec peu de succès. Les bords lateraux paraissent épaissis et le bord postérieur de chaque écaille semble porter une petite écaille supplémentaire triangulaire. Chacun de ces appendices cuticulaires a probablement la forme indiquée dans la fig. 34 (Pl. II) avec le bord postérieur tronqué, et leur arrangement est probablement celui qui est représenté fig. 33. L'épanouissement des bords lateraux peut être du au léger recouvrement des ecailles transparentes, mais je n'ai pas d'explication à donner quant à la nature des petits triangles, bien évidents, cependant. L'oesophage est court, excedant rarement le sixième de la longueur total de l'animal. J'ai observé un système vasculaire aquifère dans cette espèce, mais les deux canalicules ciliées étaient marques sur une si petite étendue et ont été si incomplètement études que je ne puis maintenant que signaler leur incontestable existence. Cet intéressant animal était très abondant, dans les récoltes que j'ai faites alors que j'etudiais ses congénères, mais je n'ai pas vu l'oeuf émis, et je n'ai pas réussi à conserver l'individu vivant assez longtemps confiné pour que l'oeuf arrivât à maturité, alors même que j'en avais vu un en formation dans l'ovaire, ce qui, d'ailleurs, ne se trouve pas fréquemment.«

Zu Stokes' Beschreibung wäre zu bemerken, dass, wenn die Ränder der Schuppen wirklich verdickt sind und der doppelte Kontour nicht etwa durch dachziegelartige Deckung jeder einzelnen durchsichtigen Schuppe durch ihre nächsten Nachbarinnen zu Stande kommt, indem sie mit ihren Rändern über einander greifen, dass dann die kleinen Dreiecke sofort erklärt sind; sie sind die nicht verdickten Partien der Spitzen, welche unter die stumpfen Enden der vorderen Schuppen hineinreichen.

Diagnose: Körper lang und schmal, Rücken und Seiten mit spitzen rhombischen Schuppen bedeckt, welche nur 0,0051 mm lang sind und an den Rändern verdickt erscheinen; der Hinterrand jeder Schuppe scheint eine kleine supplementäre dreieckige Schuppe zu tragen. Schwanzspitzen $^1/_3$—$^1/_4$ so lang als der Körper und in beiläufig zwanzig leicht eingeschnürte Glieder getheilt; Kopf dreilappig, die Lappen unter einander und vom Halse durch sichelförmige Einziehungen getrennt. Ösophagus kurz, höchstens $^1/_6$ der Totallänge (absolutes Maß fehlt); Zwischenraum zwischen den Flimmerbändern nackt. Mundröhre längsgerippt.

Totallänge 0,2953 mm. Breite des Kopfes 0,0363 mm.

Habitat: Nordamerika: Trenton (New Jersey).

Lepidoderma concinnum A. C. Stokes 1887 (Taf. XV, Fig. 18 *a*, *b*).

Chaetonotus concinnus, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 151, Taf. I, Fig. 6.

[1] »Le corps est oblong et les bords latéraux sont beaucoup plus près de parallélisme que dans toutes les autres espèces observées. Le dos et les cotés sont couverts de petites saillies ou papilles, hémisphériques, serrées, disposées en rangées obliques et donnant à l'animal un joli aspect, remarquablement élégant. Les deux glandes caudales sont particulièrement grosses et apparentes. L'espace ventral, entre les deux bandes latérales de cils locomoteurs, est entièrement nu. Le corps a une longueur de $^1/_{265}$ de pouce, et l'oeuf, dont la surface est lisse, mesure $^1/_{467}$ de pouce de long.«

Diagnose: Körper an den Seiten geradlinig. Rücken und Seiten mit in alternirenden Längsreihen gestellten dicht gedrängt stehenden, halbkugeligen Papillen bedeckt. Zwischenraum zwischen den Flimmerbändern nackt.

Länge 0,0920 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Trenton (New Jersey).

2. Familie Chaetonotidae, Haut entweder mit Stacheln oder mit auf Schuppen aufsitzenden Stacheln bewaffnet.
   Schwanzgabel einfach . . . . *Chaetonotus*
   Schwanzgabel dichotomisch, Haut gewulstet *Chaetura*.

Chaetonotus C. G. Ehrenberg 1830.

Chaetonotus, C. G. Ehrenberg[1]; 1838, Nr. 1, p. 389.

Chaetonotus, A. Pritchard[2]; 1861, Nr. 15, p. 661.

Chaetonotus, P. H. Gosse[3]; 1864, Nr. 18, p. 393.

[1] »Animal ex Ichthydinorum familia, ocellis destitutum, dorso pilosum, pseudopodio furcato.«

[2] = 1).

[3] »Hinterende gegabelt, Körper mit Borsten bedeckt.«

Diagnose: Hinterende gegabelt, Haut mit Stacheln versehen, die entweder direkt oder auf Schuppen aufsitzen (18 Species).

Bestimmungstabelle für Chaetonotus[1].

Rückenstacheln wenig an Länge verschieden (hinten nur etwa doppelt so lang als vorn) I.

Eine Anzahl Rückenstacheln auffallend verlängert II.

---

[1] Chaetonotus longicaudatus Tatem ist am Schlusse des system. Theiles angeführt, da seine Zugehörigkeit zu Chaetonotus nicht erwiesen und sogar höchst unwahrscheinlich ist. Siehe daselbst auch Chaet. octonarius.

- I.
  - Stacheln ohne Nebenspitzen
    - Kopf scharf vom Halse abgesetzt
      - Kopf fünflappig . . . maximus Ehrb.
      - Kopf dreilappig . . . formosus Stock.
      - Kopf parabolisch . . Slackiae Gosse
    - Kopf allmählich in den Hals übergehend
      - Schuppen vorn rund mit suppl. Schuppe acanthodes Stok.
      - Schuppen rund, ohne suppl. Schuppe . . brevispinosus mihi
      - Schuppen sechseckig tabulatus Schm.
  - Stacheln mit Nebenspitzen
    - eine Nebenspitze vor der Hauptspitze
      - Schuppen dreiflügelig . . . . hystrix Metschn.
      - Schuppen wappenschildförmig . . . . similis mihi
    - zwei Nebenspitzen nahe der Basis des Stachels . . . . Schultzei Metschn.
- II.
  - Stacheln ohne Nebenspitze
    - am Rumpfe große Stacheln in sieben Längsreihen . . . . larus O. Fr. Müll.
    - zwei Paar verlängerte Stacheln am Halse, eines am Rumpfe, drei am Hinterende . . . . Bogdanovii Schimk.
  - Stacheln mit einer Nebenspitze vor der Hauptspitze
    - die letzten Seitenstacheln nicht vergrößert
      - vier bis acht große Stacheln in zwei eng an einander stehenden Querreihen (Holzschn. V) . longispinosus Stok.
      - vier bis sieben große Stacheln in zwei weit aus einander liegenden Querreihen (Holzschn. II, III) spinulosus Stok.
    - der letzte Seitenstachel vergrößert
      - vier Querreihen von großen Stacheln am Rumpfe (Holzschn. I) . . . . . . acanthophorus Stok.
      - eine Querreihe von vier großen Stacheln knapp über dem Schwanze . . spinifer Stok.
    - die zwei letzten Seitenstacheln vergrößert
      - 23 große Stacheln in sieben Längsreihen am Rumpfe (Holzschn. VI). . . . . . macrochaetus mihi
      - 16 große Stacheln in fünf Längsreihen am Rumpfe (Holzschn. VII, VIII) . . persetosus mihi
      - 13 große Stacheln in fünf Querreihen am Rumpfe (Holzschn. IV) . . . . . . enormis Stok.

a) Vordere und hintere Rückenstacheln wenig an Länge verschieden (hintere nur etwa doppelt so lang wie die vorderen).

Chaetonotus maximus Ehrb. 1831 (Taf. XII, Fig. 4, 10, 12; Taf. XIII sämmtliche Figuren mit Ausnahme von Fig. 5 und 10).

Chaetonotus maximus, C. G. Ehrenberg[1]; 1838, Nr. 1, p. 389, Taf. XLIII, Fig. III.

Chaetonotus maximus, M. Perty[2]; 1852, Nr. 7, p. 47.

Chaetonotus maximus, Weisse[3]; 1863, Nr. 9b, III, p. 244.

Chaetonotus gracilis, P. H. Gosse[4]; 1864, Nr. 18, p. 399, Taf. I, Fig. 8.

Chaetonotus maximus, larus und brevis, E. Metschnikoff[5]: 1865, Nr. 19, p. 451, Taf. XXXV, Fig. 5.

Ichthydium maximum, H. Ludwig[6]; 1876, Nr. 23, p. 219.

Chaetonotus larus, O. Bütschli[7]; 1876, Nr. 21, p. 386, 387, Taf. XXVI, Fig. 7—9.

Ichthydium maximus, O. E. Imhof[8]; 1885, Nr. 30a, p. 225.

Ichthydium maximum, H. Ludwig[9]; 1886, Nr. 32, p. 821.

Chaetonotus gracilis, A. C. Stokes[10]; 1887, Nr. 35, p. 152.

1) »Corpore elongato, sub apice turgido obtuseque triangulo leviter constricto, dorsi setis brevibus aequalibus. Aufenthalt: bei Berlin. Ich beobachtete diese größere Form später als die anderen erst im Herbst des Jahres 1831. Dann wieder am 6. April 1832 und 27. November 1834. Sie nahm auch leicht Farbstoffe auf, wobei besonders der lange Schlund als Straße zum Magen recht deutlich wurde. Den Mundrand sah ich neuerlich schwach gezahnt und zählte mehr als acht Zähnchen. Die Vertheilung der Borsten sah ich bei einigen deutlich in Längsreihen, bei anderen schienen sie schiefe Querreihen zu bilden. Mehrere Male sah ich ein einzelnes großes Ei im hinteren sehr ausgedehnten Körper, erkannte auch in dem Eie deutlich das Keimbläschen. Einmal sah ich das Legen des Eies durch die Auswurfs- und Sexualöffnung dicht über dem Zangenfuße. Ich sah nur langsames Kriechen als Bewegung. Schon im Jahre 1831 theilte ich eine weniger vollständige Abbildung des Darmkanales mit. Größe $^1/_{18}$—$^1/_{10}$ Linie, des Eies $^1/_{30}$ Linie, Entwicklungscyklus also $^1/_{30}$ bis $^1/_{10}$ Linie.«

2) »Bern, in verschiedenen Sumpfwässern, immer viel seltener als der folgende (*larus*), stets einzeln. April, November; Solothurn, Juli; Lugano, August. Sonst bis $^1/_{12}'''$ und noch kleiner beobachtet.«

3) Kommt in Petersburg vor. Wird nur der Name angeführt.

4) »Diese elegante Species, welche ich im Juli 1850 aus einem Teiche bei Leamington erhielt, ist durch die Schlankheit ihrer Form bemerkenswerth, welche nicht breiter wie die von *Chaetonotus larus* ist, während sie etwa zweimal so lang ist. Das Vorderende ist zu einem Kopfe erweitert, worauf es sich plötzlich zu einem engen Halse verjüngt, es ist annähernd dreieckig und in fünf wohlbezeichnete Lappen getheilt und an jeder Seite durch seitlich divergirende gerade Haare gefranst. In der Mitte des frontalen Lappens ist der Mund durchgebrochen, welcher eben so wie bei *Chaet. Slackiae* mit leicht vorstreckbaren Lippen versehen ist. Der Ösophagus ist von gewöhnlicher Form, aber sein vorderes Ende grenzt an die Spitze des Kopfes, ohne die Struktur und ohne solche Anhänge zu besitzen, welche bei der eben genannten Species zu sehen waren. Seine Länge ist ungewöhnlich, indem er sich nahe bis zur Mitte des Körpers ausdehnt, wo, gerade bevor er in den Darm übergeht, die dicke Muskelwand plötzlich schmäler wird, bis sie mit der Röhre selbst im Maße übereinzustimmen scheint. Der Darm ist an seinem Anfange konkav oder eher vielleicht, er ist mit einer pankreatischen Drüse an jeder Seite versehen, welche, wie häufig bei den Räderthieren der Fall, zugespitzt und ohrförmig ist. Diese Annahme jedoch beruht einzig auf der Form, denn ich habe keine Trennungslinie zwischen diesen Spitzen und dem Darme entdeckt, noch war ihre Substanz klar, sondern

mit fein granulirter Masse dicht gefüllt, wie der Darm. Das runde Ende, welches zweifellos die Stellung der Kloake bezeichnete, ist am Abhange des Rückens in einiger Entfernung vor der Fußgabel gelegen. Ich war nicht im Stande außer dem Nahrungskanale ein inneres Organ zu erkennen, obgleich die durch die Haare verursachte Undurchsichtigkeit geringer als sonst war. Die vordere Hälfte des Körpers zeigte die Basen der Haare als scheinbar in Quincunx gestellte sehr zarte Punkte. Die Seiten und der Rücken waren mit feinen nach rückwärts gekrümmten Haaren bewaffnet. Die Spitzen der Fußgabel waren schlank, annähernd cylindrisch und leicht an den gekrümmten Rändern erweitert. Das Thier kroch unruhig umher, indem es anscheinend nach Nahrung suchte, denn ich sah es verschiedene Male ungestüm nach einer Monade, welche in der Nähe umherschwamm, schnappen, indem es gleichzeitig den Mund öffnete. Einmal, glaube ich, sah ich es die Beute ergreifen und verschlucken, doch da dies das Werk einer Minute war, kann ich dessen nicht sicher sein. Ich habe nur ein Exemplar dieser Species erhalten.«

5) Ehrenberg hat drei zur Gattung *Chaetonotus* gehörende Arten beschrieben, die er als *Chaet. maximus, larus* und *brevis* bezeichnete, und denen Dujardin noch eine vierte — *Chaet. tesselatus* — hinzugefügt hat. Freilich sind die Diagnosen und Beschreibungen dieser Forscher zu mangelhaft, um daraus auf bestimmte Artendifferenzen zu schließen, wesshalb denn auch spätere Forscher, wie Perty und Schultze, die Identität aller eben erwähnten Arten vermuthet haben. Was die Ehrenberg'schen Formen anbelangt, so glaube ich sie zu einer einzigen, unter dem Namen *Chaet. larus* bezeichneten Art vereinigen zu dürfen, deren Hauptcharakter in der Gestalt der Rückenborsten besteht, die nicht, wie das Schultze bei seiner Art beschreibt, aus zwei verschiedenen Theilen zusammengesetzt sind, sondern aus einer einzigen einfachen gekrümmten Borste bestehen (Taf. XXXV, Fig. 5).«

6) »*Ichthydium maximum* Ehrb. = *Chaetonotus maximus* Ehrb. = *Chaetonotus squammatus* Dujardin = *Chaetonotus squammosus* Schultze = *Chaetonotus tesselatus* Metschnikoff. Die Rückenstachel ziemlich gleich groß, kurz verbreitert, schuppenartig, sich dachziegelförmig deckend. Größe 0,12—0,22 mm.«

7) »Die kleine Art mit den einfachen Borsten hingegen, der *Chaet. larus* Ehrb., ist wohl überhaupt eines der verbreitetsten Süßwasserthiere, das ich fast in allen Sümpfen, Bächen und Flüssen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, antraf. Ich habe keine ausreichenden Messungen unserer Thiere angestellt, daher will ich bemerken, dass *Chaet. larus* nur wenig über ein fünftel Millimeter lang wird.« Über die Kopfform und die Anordnung der Borsten siehe die Angaben bei *Chaetonotus Schultzei*. »Bei *Chaet. larus* sind die Verhältnisse (der Bewimperung) jedenfalls dieselben, auch hier habe ich die Querstreifung der die Cilien tragenden Bänder gesehen.« »Bei *Chaetonotus larus* zähle ich etwa 11 (Längsreihen auf dem Rücken).« »Bei *Chaet. larus* sind die Borsten sämmtlich einfach.« »Bei *Chaet. larus* hat es (das Basalplättchen) etwa die Gestalt eines Wappenschildes (Fig. 9), von der Basis der Borste laufen drei Chitinleistchen nach den Ecken des Schildes. Bei letzter Art konnte ich mich überzeugen, dass die Basalplättchen einer Längsreihe sich dachziegelartig decken (Fig. 9).«

8) Wurde am Grunde des Achensees gefunden.

9) *Ichthydium maximum* (Ehrb.). Folgt die gleiche Diagnose wie 5) mit dem Zusatze: Selten.

10) Giebt nur einen Auszug aus Gosse's Beschreibung, da er die Form nicht selbst beobachtet hat.

Der Nachweis, dass die erwähnten Formen identisch sind, stützt sich auf die Übereinstimmung in der Form, vor Allem des Kopfes und dann auch des übrigen Körpers, in der Größe und in der Beschaffenheit der Stacheln.

Die von Gosse und Bütschli (Fig. 8) gegebenen Zeichnungen zeigen vollkommen dieselbe Gestalt des Vorderendes, wie meine Fig. 4 auf Taf. XII. Der deutlich fünflappige Kopf setzt sich plötzlich von der schmäleren Halspartie ab, der Körper ist, wenn das Thier, wie Gosse es gesehen, jung und ohne entwickelte Eier ist, sehr schlank und nicht breiter als der Kopf, was mit der Angabe des britischen Forschers wohl übereinstimmt. Ehrenberg's Abbildungen des »*Chaetonotus maximus*« können dagegen bezüglich der Kopfform nicht ins Gewicht fallen, da dessen Zeichnungen von *Ch. maximus* und *larus* sämmtlich einander so ähnlich sind, wie ein Ei dem anderen. Die von Metschnikoff gegebene Zeichnung ist eine Seitenansicht, welche die Länge und Vertheilung der Stacheln ganz gut wiedergiebt. Die Schuppen hat er, da er mit zu schwachen Vergrößerungen arbeitete, nicht erkannt; leider fehlt die Längenangabe für den Körper. Als Länge wird sonst angegeben: von Ehrenberg $^{1}/_{18}$—$^{1}/_{10}'''$ = 0,121—0,218 mm, von Perty $^{1}/_{12}'''$ = 0,25 mm und »noch kleiner«, von Gosse 0,127 bis circa 0,25 mm, von Bütschli etwas über 0,2 mm, von Ludwig 0,12—0,22. Meine eigenen Messungen ergeben folgende Werthe: 0,1125, 0,1225, 0,125, 0,162, 0,173, 0,187, 0,216, 0,224 mm, welche Werthe sich innerhalb der citirten Zahlen bewegen, und am nächsten den Angaben von Ehrenberg, Ludwig und Bütschli kommen. Von den höchsten Werthen sind sie nur um Unbedeutendes, um 0,026 mm verschieden, was auch auf unverschuldete Messungsfehler zurückgeführt werden kann, wenn man die unvollkommenen Apparate in Betracht zieht, deren man sich zur damaligen Zeit bedienen konnte. Der Ösophagus ist nicht so lang wie Gosse angiebt, da dieser Forscher erstens ein junges Thier zeichnete (s. Kap. Körperform) und zweitens den vordersten Theil des Darmes zum Ösophagus rechnete; der Ösophagus ist aber im ganz erwachsenen Thiere immerhin länger als $^{1}/_{3}$ des Körpers. Bei jungen Exemplaren ist er fast halb so lang als der Körper. Der Kopf misst 0,0250 mm, der Hals 0,0150 mm, der Rumpf 0,19—0,020 mm an der breitesten Stelle (alle Maße dorsal genommen), der Ösophagus ist 0,05 mm, der Schwanz vom Grunde der Gabel an 0,019 mm lang. Bei größerer Körperlänge verändert sich höchstens die Breite des Rumpfes, wenn nämlich ein Ei entwickelt ist.

Die Stacheln werden von Ehrenberg als kurz und gleich lang angegeben. Dies ist nun eigentlich nicht der Fall, da unser *maximus* nach meinen Messungen Stacheln besitzt, welche am Kopfe 0,005 mm, am Hinterende in der Regel 0,01—0,01225 mm lang sind, was mehr als einer Verdoppelung in der Länge entspricht, wie auch Bütschli die Stacheln nach hinten allmählich an Länge zunehmen lässt. Doch konnte Ehrenberg ganz gut von »setis aequalibus« bei unserem Thierchen sprechen; es besitzt nämlich die Eigenthümlichkeit, dass die Seiten mit einer Reihe von Stacheln versehen sind, welche sowohl vorn, als auch am Hinterende circa 0,009—0,0125 mm lang sind. Bei etwas tieferer Einstellung erscheint das Thier daher wirklich mit gleich langen Stacheln bewehrt, indem die Differenz zwischen den langen Rückenstacheln und den Seitenstacheln meist verschwindend klein ist.

Die Stacheln (Taf. XIII, Fig. 7, 8) sind rundlich, obwohl sie von einer dreikantigen Basis entspringen, und ohne jede Nebenspitze; bei keinem der vielen seit einem Jahre untersuchten Exemplare konnte auch nur eine Spur eines Nebenstachels gesehen werden. Die Form der Schuppen hat Bütschli im Allgemeinen richtig beschrieben; mit zwei Ausnahmen hat jede die Gestalt eines dreieckigen Wappenschildes mit drei, zu den Ecken laufenden »Chitinleistchen«. Nur die beiden Schuppen, welche am Hinterende die Tasthaare tragen (Fig. 11), sind an den Seitenrändern eingezogen. Im Profil ist jede Schuppe gekrümmt, und zwar ist das vordere, dicke Ende nach abwärts, das in eine scharfe Schneide zulaufende hintere nach aufwärts gebogen, was die Verschiebbarkeit der in der Regel dachziegelartig sich deckenden Platten erleichtert. Die Schuppen des Kopfes sind 0,00375 mm, die des Hinterleibes 0,00625—0,0075 mm lang. Bei stark entwickelten Eiern und damit verbundener Vergrößerung des Umfanges rücken die Schuppen aus einander und decken sich nicht, wie auf Taf. XIII, Fig. 8 dargestellt ist. Der Hinterrand der Schuppen ist anders beschaffen, als Bütschli angegeben, indem eine tiefe parabolische Einziehung an den zwei hinteren Leisten bis zur Stachelwurzel herabläuft; die seichte Kurve, in welcher Bütschli den Hinterrand verlaufen lässt, konnte ich an keiner Schuppe entdecken, obwohl ich sie isolirte.

Bütschli giebt »etwa elf« Längsreihen von Stacheln an. Dies kann ich hinsichtlich der Halsgegend bestätigen. Doch zeigt der Kopf, wenn das Thier nicht gequetscht wird, nur etwa neun Reihen, der Hinterleib 14. Eine bedeutend größere Reihenzahl erscheint bei Quetschung durch das Deckblättchen. Im Ganzen zählt man am Kopf und Halse bis incl. der großen seitlichen Randstacheln 13 Reihen. Unter den Randstacheln findet man hier nur noch einige Reihen (zwei bis drei) kleiner Stacheln, am Hinterleibe inclusive der Randstacheln 13, wozu unter diesen gegen die Bauchseite noch jederseits vier Reihen kleiner Stacheln kommen.

Diagnose: Rücken und Seiten mit einfachen runden Stacheln bedeckt, welche nach hinten allmählich an Länge zunehmen. Kopfstacheln 0,005 mm, Stacheln des Rumpfes 0,01—0,012 mm lang.

Seitenstacheln etwas kürzer als die längsten Rückenstacheln.

Schuppen am Hinterleibe 0,00625—0,0075 mm lang, von der Form eines Wappenschildes. Der Stachel entspringt am hinteren Rande der Schuppe. Kopf deutlich fünflappig 0,026 mm breit, die zwei hinteren Lappen größer und breiter als die vorderen, Hals hinter dem Kopfe plötzlich stark eingeschnürt. Mittelfeld zwischen den Flimmerbändern von zarten, kleinen Schuppen mit je einem feinen Stachel bedeckt. Mundröhre längsgerippt. Ösophagus 0,05 mm lang. Totallänge 0,1125—0,225 mm.

Habitat: Deutschland: Berlin, Frankfurt a. M., Gießen; England: Leamington; Irland: Co. Westmeath[1]; Österreich: Graz, häufig durch das ganze Jahr in Gläsern mit Characeen; Schweiz: Bern, Solothurn, Lugano.

Chaetonotus similis mihi 1889 (Taf. XIII, Fig. 5, 10).

Chaetonotus maximus, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 152.

1) »La forme que j'ai rapportée à cette espèce n'est pas commune ici. Celle-ci est décrite par son auteur comme un grand Chaetonotus ayant les soies du dos courtes et de la même longueur. Mais, à moins que j'ai fait une erreur de détermination, les appendices cuticulaires devraient être désignés comme épines, et elles sont quelquefois plus longues en arrière que dans les autres parties. Elles sont souvent courbées dans un sens indéterminé et disposées un peu en dehors de l'arrangement ordinaire longitudinal, de sorte, que l'animal a l'air malpropre, échevelé: c'est une bête de mauvaise mine. Les épines s'élèvent sur une base élargie, directement sur la surface cuticulaire et non par l'intermédiaire d'ecailles. Elles sont très inégalement fourchues, avec une branche très petite qui n'est souvent qu'une petite projection linéaire. L'anneau oral est bordé d'un rang de perles. L'espace entre les bandes de cils ventraux est couvert de soies courtes, hispides, recourbées, avec deux ou plusieurs longs poils se projetant derrière le bord postérieur. L'animal a $^1/_{120}$ de pouce environ de longueur. Je n'ai pas vu l'oeuf.«

Diese Form ist dem *Ch. maximus* Ehrb. sehr ähnlich, so dass ich sie anfänglich nur für eine Varietät desselben ansah; doch sind konstante Differenzen vorhanden. Der Kopf und überhaupt der Körper ist allerdings ganz gleich dem des *Ch. maximus* gebaut, und bei schwächerer Vergrößerung wird man beide Formen schwer aus einander halten können, da auch die Körperlänge übereinstimmt. Stärkere Vergrößerung zeigt, dass die Stacheln bedeutend kräftiger d. h. breiter und dicker sind; die Länge eines Rückenstachels am Kopfe ist 0,0075 mm, die der längsten Rückenstacheln am Rumpfe aber 0,0188 mm was einigermaßen die Maße an *Chaet. maximus* übertrifft. Ähnlich ist es mit den Seitenstacheln. Diese messen vorn 0,01—0,0125, hinten 0,015 mm. Was diese Species aber von *maximus* auffallend unterscheidet, ist, dass alle Stacheln gegabelt (Fig. 10) sind und nahe der Spitze einen feinen Nebenstachel besitzen. Entsprechend der größeren Dicke der Stacheln sind sie auch dreikantig und die Schuppen erweisen sich viel stärker und leichter wahrnehmbar. Ihre Form ist der bei *Ch. maximus* gleich. Sonderbarerweise giebt es wieder Abarten dieser Species, welche den Rückentheil des Kopfes und Halses ohne Stacheln haben. Es erstreckt sich dieses stachellose Feld vom Kopfe als ein ovales, hinten schmäler werdendes Feld bis gegen das Ende des Halses. Dieses Feld ist nur mit den Schuppen bedeckt, welche sich hier sehr nahe liegen und dachziegelartig sich decken, und hat am Kopfe eine Breite von neun Schuppenreihen. Jede dieser stachellosen Schuppen ist 0,00375 mm lang und eben so breit. Eingeschlossen wird das Schuppenfeld ganz unvermittelt von wie gewöhnlich bestachelten Schuppen. Die Anzahl der Längsreihen beträgt 17—21 am ganzen Körper.

---

[1] Archer theilt im Dublin. Mikroskop. Klub am 26. Juli 1873 das Vorkommen dieser Form mit. Quart. Journ. micr. sc. Bd. XIV. 1874. p. 106. Da darüber keine eigene Publikation vorliegt, geschieht im Litteraturverzeichnis keine Erwähnung.

Obwohl Stokes behauptet, seine Form habe keine Schuppen, so halte ich sie dennoch für ident mit meiner hier gefundenen, da die Beobachtungen dieses Forschers über diese Species nur fragmentarisch sind und die Erkennung der Schuppen obwohl leichter wie bei *Chaet. maximus*, doch noch die Anwendung einer homogenen Immersion beansprucht, welche Stokes nicht gebrauchte. Die übrige Beschreibung stimmt mit meiner überein, wie auch seine Längenangabe von 0,2117 mm meine Ansicht sehr unterstützt.

Diagnose: Rücken und Seiten in Längsreihen mit dreikantigen, nebenstacheltragenden Stacheln besetzt. Stacheln des Kopfes 0,0075 mm, des Rumpfes 0,01375 mm; kräftig; dreikantig. Seitenstacheln 0,0088—0,0125 mm; Schuppen wappenschildförmig, Stachel am hinteren Rande entspringend; Kopf und Hals wie bei Chaet. maximus Ehrenberg. Ventraler Zwischenraum bedeckt von zarten, kurz bestachelten Schuppen. Mundröhre längsgerippt. Ösophagus 0,05 mm. Länge 0,1125—0,22 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Trenton (New Jersey); Österreich: Graz, Bassin des ehemaligen botanischen Gartens, Teich im Koch'schen Garten, Juni, Juli.

Chaetonotus Schultzei E. Metschnikoff 1851 (Taf. XV, Fig. 1).

Chaetonotus maximus, P. H. Gosse[1]; 1851, Nr. 6, p. 198.

Chaetonotus maximus, M. Perty[2]; 1852, Nr. 7, p. 47.

Chaetonotus maximus, M. Schultze[3]; 1853, Nr. 9, p. 246—249, Taf. VI, Fig. 4, 5, 6.

Chaetonotus maximus, A. Pritchard[4]; 1861, Nr. 15, p. 662, Taf. XXI, Fig. 29, 30.

Chaetonotus maximus, P. H. Gosse[5]; Juli 1864, Nr. 18, p. 394 bis 396, Taf. I, Fig. 4, 5.

Chaetonotus Schultzii, E. Metschnikoff[6]; Aug. 1864, Nr. 19, p. 451.

Ichthydium Schultzii, H. Ludwig[7]; 1875, Nr. 23, p. 219.

Chaetonotus maximus, O. Bütschli[8]; 1876, Nr. 24, p. 385—389, Taf. XXVI, Fig. 1—6.

Ichthydium Schultzii, H. Ludwig[9]; 1886, Nr. 32, p. 821, Fig. 779.

1) Wird nur der Name angeführt.

2) »Um Bern und Lugano bis $^1/_8'''$ groß.« »Im Kleinen einer Larve von *Dermestes* oder *Attagenus* ähnlich, aber farblos, durch die zahlreichen langen Haare jedoch dunkel. Wenn das Thier langsam und leicht gekrümmt in einem Kreise herumschwimmt, sind nur die Wimpern der inneren, konkaven oder Bauchseite thätig, die anderen steif ausgestreckt. Die steifen Wimpern oder Borsten der Hinterhälfte des Rückens sind manchmal $^1/_4$ so lang als das ganze Thier. Unten an den Seiten stehen zarte nicht vibrirende Wimpern. Am Kopfe befinden sich (was E. nicht zeichnet) beiderseits zwei leichte Ausbuchtungen, aus welchen einige zarte, bewegliche, nach vorn gerichtete Haare hervorkommen, welche wie Fühler zum Tasten gebraucht werden. Der Mund befindet sich oben, Zerdrücken lehrte weiter nichts.«

3) »Die von mir untersuchten Exemplare zeigen auch in der Gestalt der Borsten Einiges von den Ehrenberg'schen Angaben Abweichendes und ich will es vorläufig unentschieden lassen, ob mir eine neue Species vorgelegen. Der in seiner Gestalt dem eines Igels vergleichbare Körper unseres *Chaetonotus* mit abgerundetem, verschmälertem vorderen und kugelig abgestutztem hinteren Körperende, über welches letztere ein kurzer Gabelschwanz hinausragt, mit stark gewölbter Rücken- und platter Bauchfläche ist in Fig. 4 vom Rücken, Fig. 5 vom Bauche und Fig. 6 von der Seite gesehen abgebildet. Die Rückenfläche ist mit sehr zahlreichen, reihenweise geordneten, rückwärts liegenden Stacheln bedeckt, welche an den Seitenrändern des Körpers und am Kopfende kleiner sind als auf der Mitte des Rückens und am Schwanze. Ehrenberg hat in die Charakteristik seines *Chaet. maximus* die Angabe aufgenommen, dass die Borsten des Rückens alle gleich lang seien. Sowohl in diesem Punkte als auch darin, dass ich die Borsten an ihrer Basis jede mit zwei kürzeren Nebenspitzen versehen finde, weichen die von mir beobachteten Exemplare von den Ehrenberg'schen ab. In ersterem Punkte stimme ich mit Perty überein, was die Nebenspitzen betrifft, so erwähnt ihrer auch Perty nicht. Dieselben sind freilich bei dem dichten Übereinanderliegen der Borsten nur bei sehr starken und guten Vergrößerungen zu erkennen.« »Die Bauchfläche ist frei von diesen Stacheln, die vordere Hälfte derselben ist ganz mit zarten kurzen Cilien bedeckt,

nach hinten sind die Cilien auf zwei Streifen am Rande beschränkt, welche am Schwanzende in einander übergehen.« »Die Mitte der hinteren Hälfte der Bauchfläche trägt sehr feine dicht gestellte, starre Härchen, welche mit der Spitze nach rückwärts gerichtet sind (vgl. Fig. 5).«

4) Text fast wörtlich nach EHRENBERG's Diagnose von *Chaetonotus maximus* übersetzt. Keine eigenen Beobachtungen. Die Figuren sind jedoch Kopien nach SCHULTZE's Fig. 4 und 6; aus diesem Grunde, und weil auch im allgemeinen Theil die Anatomie der Gastrotrichen in einer Übersetzung der SCHULTZE'schen Beschreibung von dessen *Chaet. maximus* (unseren *Chaet. Schultzei*) geschildert wird, hat wohl der Autor den letzteren und nicht die EHRENBERG'sche Form gemeint, daher ich diese Angabe hierher und nicht zu *Chaet. maximus* Ehrb. stelle.

5) »Im August 1851 fand ich in einem Teiche bei Stratford einen sehr großen *Chaetonotus*, welchen ich auf diese Species zu beziehen geneigt bin. Seine Länge war $^1/_{70}$ Zoll, seine größte Breite $^1/_{400}$ Zoll (mit Einschluss der Stacheln aber $^1/_{300}$); die Länge der Zehen $^1/_{580}$ Zoll. Die Dimensionen, gleich denen einer ganz erwachsenen *Notomata aurita*, bieten ihn dem freien Auge deutlich sichtbar dar und heben ihn unter allen anderen mir bekannten hervor. Er ist durch sein dichtes Fell von starren, stacheligen Borsten gleichmäßig gekennzeichnet, welche überall den Körper an seiner oberen Fläche und an den Seiten besetzen und gegen das Hinterende des Körpers länger sind. Die Zehen sind klein, schmal, oberflächlich mit Höckern besetzt und gekrümmt; sie können einander genähert und sogar gegenseitig gekreuzt werden. In der vorderen Hälfte des Körpers sind die Basen der Borsten deutlich in Quincunx gestellt, in etwa acht Reihen; diese Punkte sind sehr deutlich und kräftig. In der hinteren Hälfte verursachen die wachsende Länge und das Anliegen der Borsten einen dunklen Schatten; man kann jedoch durch Verstellung des Focus den cylindrischen Darm hindurch sehen. Der Kopf ist nur schwach gelappt und der Hals überhaupt kaum eingeschnürt. Der Mund besteht aus einer kurzen, deutlich vorstreckbaren Röhre mit einem dunklen ovalen Fleck an dem Boden in der Mitte, wo eine schmale, gerade Röhre entspringt und durch den weiten cylindrischen Ösophagus zum Darme geht, indem der Anfang des letzteren den Grund des ersteren umfasst. An der Stirne und den Seiten des Kopfes sind sehr zarte gekrümmte Haare gleich Schnurrborsten vorhanden. Gerade unter dem unteren Rand des Mundes sind zwei kleine gekrümmte Organe, deren Enden verdickt scheinen und nach abwärts gebogen sind. Ovale helle Flecke, einer an jeder Seite des Kopfes, mögen wohl Augen sein. Die Gewohnheiten dieses Thieres waren sehr ähnlich denen der übrigen dieser Gattung. Es war unruhig, kroch ungeduldig unter den kleinen Mengen des Bodensatzes und drehte sich wiederholt, indem es sich bisweilen fast in einen Kreis zusammenrollte; fortwährend verkürzte und verlängerte es den Kopf, stieß den Mund vor und suchte mit dem Vordertheile, wie eine Raupe; bisweilen schwamm es munter. Ein viel kleineres Individuum von demselben Teiche hatte viel weniger Borsten; sie waren jedoch sehr grob und steif und gekrümmt. Eine Reihe von feinen, dicht gesetzten schwingenden Cilien lief die Seiten neben den Stacheln entlang. Ich glaube es war ein Junges von derselben Species. An einem eben erst gestorbenen Exemplar, welches auf der Seite lag, sah ich die laterale Form des Mundes und die Spuren von zahnartigen Streifen, die ihn umgaben; ich sah keine Stacheln die Bauchlinie entlang, sie bedeckten jedoch die ganzen Seiten. Gewisse unregelmäßige Linien können möglicherweise Falten der Haut gewesen sein. Der Darm war gekrümmt und endete beträchtlich kurz vor der Gabel; er schien nur eine deutliche Portion, durch ein Diaphragma geschieden, an

seinem vorderen Ende zu haben. Die Zehen waren gekrümmt. Ich beobachtete die eigenthümliche Struktur der Stacheln, welche SCHULTZE gesehen, nicht, kann aber nicht behaupten, dass sie nicht da war.«

6) »Die von M. SCHULTZE und wahrscheinlich auch von PERTY als *Chaet. maximus* bezeichnete Form muss also als Repräsentant einer neuen Art, die man wohl *Chaet. Schultzii* nennen kann, betrachtet werden.«

7) »Die hinteren Rückenstachel größer als die vorderen; sämmtliche sind nahe der Basis mit zwei kürzeren Nebenspitzen versehen.« »Darin, dass *Chaet. maximus* Schultze nicht identisch ist mit *Chaet. maximus* Ehrb. stimme ich mit METSCHNIKOFF vollständig überein.«

8) »EHRENBERG unterschied drei Arten seiner den Räderthieren zugesellten Gattung *Chaetonotus*, als *Chaet. larus, maximus* und *brevis*. Heut zu Tage bleiben uns von seinen Unterscheidungsmerkmalen hauptsächlich nur die Größenunterschiede übrig, und ich muss trotz der Einwendungen METSCHNIKOFF's in dem von M. SCHULTZE eingehender als *Chaet. maximus* beschriebenen Thiere auch die gleichnamige EHRENBERG'sche Art erkennen, und sehe darin, dass EHRENBERG die Gestalt der Borsten seines *Chaet. maximus* nicht richtig erkannte, keinen Grund, um anzunehmen, dass er die bei uns vorkommende große Chaetonotusart, trotz seiner so überaus reichen Erfahrung, überhaupt nicht gesehen habe. Ich bezeichne daher die größte der beiden von mir untersuchten Arten, die sich durch den Besitz dreizackiger Borsten auszeichnet, mit M. SCHULTZE als *Chaet. maximus* Ehrb.; sie ist, wenigstens in der Gegend von Frankfurt a. M., selten; ich traf sie bis jetzt nur einmal in einer flachen Wasseransammlung auf einer Wiese, in Gesellschaft von *Bursaria truncatella, Cyrtostomum leucas* und anderer Infusorien.« »Ich habe keine ausreichenden Messungen unserer Thiere angestellt, daher will ich nur bemerken, dass *Chaet. larus* nur wenig über $^1/_5$ mm lang wird und der ausgewachsene *Chaet. maximus* mindestens die doppelte Länge erreicht.« »Ich mache nur auf den Unterschied aufmerksam, der in der Gestaltung des Kopfendes mehr oder weniger deutlich hervortritt, und der sich am besten durch die Vergleichung der Fig. 1 (*Chaet. maximus*) und Fig 8 (*Chaet. larus*) ergiebt.« »Ich finde nun bei dem seiner Größe wegen besser zu studirenden *Chaet. maximus*, dass sich die Cilien jederseits der Mittellinie der Bauchfläche in einem nahezu gleich breiten Band von dem Kopf- bis zum Schwanzende verfolgen lassen, zwischen welchen mit Cilien besetzten Bändern sich ein mittleres, cilienfreies Feld von etwa derselben Breite wie die ersteren findet. Dieses Mittelfeld ist eben so wie die gesammte übrige Körperoberfläche mit Borsten bedeckt, die jedoch hier ungemein klein bleiben, von vorn nach hinten allmählich an Größe zunehmend. Die die Cilien tragenden beiden Bänder der Bauchfläche zeigen eine sehr feine Querstreifung, die ich, da sie auch nach Zusatz koncentrirter Essigsäure sichtbar bleibt, der Cuticula zuschreiben möchte.« »Am Kopf findet sich bei beiden Arten eine ziemliche Zahl langer, sehr zarter Haare, die zum Theil nach vorn, zum Theil nach den Seiten gerichtet sind. Besonders fällt ein Büschel sehr langer derartiger Haare jederseits am Beginn der Halsgegend auf, andere finden sich ziemlich zahlreich jederseits dicht neben der Mundöffnung und sind vielleicht nur als eine Fortsetzung der Cilienbänder der Bauchseite zu betrachten.« »Der gesammte Rücken und ein Theil der Bauchseite unserer Thiere sind bekanntlich mit ansehnlichen Borsten bedeckt, die denselben namentlich zu ihrem wunderlichen Aussehen verhelfen. Die Borsten beginnen hinter dem etwas aufgeblähten Munde klein und nehmen nach hinten stetig an Länge zu. Sie sind in Längsreihen angeordnet und die der benachbarten alternirend gestellt.« »Bei *Chaet. maximus*

15 Längsreihen auf dem Rücken.« Bei *Chaet. maximus* besitzt jede (Borste) in etwa ein Drittel ihrer Höhe zwei mäßig lange Seitenzacken (Fig. 2 und 3). Jede Borste erhebt sich, wovon man sich beim Zerdrücken des Thieres überzeugt, auf einem Basalplättchen. Bei *Chaet. maximus* ist dessen Hinterrand tief ausgeschnitten.« »Die Mundöffnung führt in eine geräumige, schüssel- bis röhrenförmige Mundhöhle, deren Wände längsgerippt sind, wie dies sich auch bei einer Anzahl Nematoden findet.« Das Übrige ist bei den einzelnen Organen citirt.

9) gleich 5) nur mit Längenangabe = 4 mm. Selten.

Jeder, der sich die Mühe nimmt, die Ehrenberg'schen Charakteristiken der *Chaetonotus*-Arten mit den neueren Beschreibungen derselben zu vergleichen, wird Bütschli's Ausspruch, dass von Ehrenberg's Unterscheidungsmerkmalen hauptsächlich nur die Größenunterschiede übrig bleiben, vollkommen beipflichten. In eben dieser Erwägung muss ich Ehrenberg's und Schultze's *Chaet. maximus* als zwei verschiedene Species erklären. Halten wir uns vor Augen, dass Ehrenberg als größte Länge seines *Chaet. maximus* $^1/_{10}$ Linie angiebt, was in mm umgerechnet 0,21829 mm beträgt, während die von Bütschli wieder aufgefundene Schultze'sche Form circa 0,4 mm lang sein soll, so dürfte man kaum berechtigt sein anzunehmen, Ehrenberg, der genaue Beobachter, habe einen so bedeutenden Fehler der Messung gemacht. Fügen wir hinzu, dass *Chaet. maximus* Schultze nicht wie die Ehrenberg'sche Form einfache, sondern mit Nebenspitzen versehene Borsten besitzt, so ergeben sich hinreichende Verschiedenheiten für die Trennung beider Formen. Zweifellos hat auch Perty in Lugano und Bern diese größten *Chaetonotus* gesehen, da er für die an diesen Stellen gefundenen Thiere $^1/_8{}'''$=0,375 mm Größe angiebt. Gosse hat allerdings die zwei Nebenstacheln nicht gesehen, stellt aber ausdrücklich deren Anwesenheit nicht in Abrede. Seine Zeichnung jedoch, welche die Umrisse des Körpers und die Anordnung der Stacheln recht gut wiedergiebt, sowie die Größenangabe von $^1/_{70}$ Zoll = 0,363 mm, lassen uns mit Sicherheit dieses Thier als die Species Bütschli's wiedererkennen, welche mit der circa 0,2 mm großen früher beschriebenen *Chaetonotus*-Art nicht verwechselt werden kann. Dass Perty wahrscheinlich auch langstachelige Formen, wie *Chaet. macrochaetus* mihi etc., gesehen (s. seine Angabe, dass die Borsten manchmal $^1/_4$ der Körperlänge hatten) und hierher bezogen hat, darf uns nicht Wunder nehmen und fällt eben so wenig ins Gewicht, als der Einwurf Bütschli's, dass Ehrenberg diese große Form nicht entgangen sein könne; bezeichnet doch Bütschli selbst diese Species als selten, und ist sie weder von Metschnikoff, noch von Ludwig, noch von Stokes, noch von mir gefunden worden.

Metschnikoff erkannte die von M. Schultze beschriebene Form als eine neue Species und nannte sie *Chaetonotus Schultzii*, was auch LUDWIG acceptirte. Auch ich bin der Meinung, dass dieser Species dieser Name gebühre, obwohl die bei einer anderen Form zu verwendende Bezeichnung »*maximus*« eher für diesen Riesen unter den Gastrotrichen passen würde.

Diagnose: Rücken- und Seitenfläche gleichmäßig mit Stacheln bedeckt, welche sämmtlich in etwa $^1/_3$ der Länge zwei kräftige kürzere Nebenspitzen tragen. Stacheln nach hinten an Länge zunehmend, bis sie circa doppelt so lang sind, wie am Kopfe; Schuppen am Hinterrand tief parabolisch ausgeschnitten, vorn abgerundet. Der Stachel entspringt am Hinterrande. Hals kaum eingeschnürt; Kopf mit einem medialen und zwei schwachen seitlichen Lappen. Mittelfeld zwischen den Flimmerbändern an der Bauchseite mit kleinen hinten an Größe zunehmenden Borsten bedeckt. Augenflecke vorhanden. Mundröhre längsgerippt.

Länge 0,363—0,4 mm.

Habitat: Deutschland: Frankfurt a. M. (flache Wasseransammlung auf einer Wiese), Greifswald; Schweiz: Bern, Lugano; England: Stratford (Teich).

Chaetonotus hystrix E. Metschnikoff 1864 (Taf. XIV, Fig. 17—20).

Chaetonotus hystrix, E. METSCHNIKOFF[1]; 1864, Nr. 19, p. 451, Taf. XXXV, Fig. 7.

Ichthydium hystrix, H. LUDWIG[2]; 1875, Nr. 23, p. 219.

Chaetonotus hystrix, A. C. STOKES[3]; 1887, Nr. 35, p. 153.

[1] »Außer den erwähnten (*Chaet. larus, Schultzii, tesselatus*) kenne ich noch eine andere Art von *Chaetonotus*, die ich für neu halte, und zwar wegen der besonderen Art von Rückenborsten, deren ich eine auf der Fig. 7 *A* abgebildet habe. Diese in den Sümpfen von Gießen gefundene Form (Fig. 7), die ich als *Chaet. hystrix* bezeichne, ist 0,12 mm lang.«

[2] »Die hinteren Rückenstacheln größer als die vorderen, nahe der Spitze mit einer kürzeren Nebenspitze versehen. Thiere 0,12 mm lang.«

[3] Hat die Form nicht selbst beobachtet und giebt folgende, der METSCHNIKOFFschen Zeichnung entnommene Diagnose: »La surface dorsale est entièrement couverte de longues épines recourbées inégalement fourchues. Celles de la région centrale du dos sont le plus longues. Elles decroissent graduellement en longueur vers chaque extrémité.«

Diese seit METSCHNIKOFF von Niemand wiedergefundene Species ist in Graz nicht selten, wenn auch nur während des Sommers aufgetreten. In den über Winter stehenden Gläsern mit Wasserpflanzen konnte nie ein Exemplar entdeckt werden. Ich traf sie im großen Bassin des, inzwischen aufgelassenen Joaneums-Garten und in dem Teiche des KOCH'schen Gartens. Wie alle Gastrotrichen in wechselnder

Größe vorhanden, schwankt die Körperlänge beträchtlich; mir kamen 0,09, 0,1, 0,13 mm lange Individuen unter, welche sämmtlich geschlechtsreif waren und einen bedeutend angeschwollenen Hinterleib besaßen; sie scheinen sehr rasch geschlechtsreif zu werden, da es mir nicht glückte, Thiere mit unentwickelten Eierstöcken zu finden. Der Kopf ist länglich oval, mit zwei kaum merklichen Einziehungen jederseits, von welchen die vorderen etwas deutlicher erscheinen, und misst konstant 0,016 mm. Er geht ganz allmählich in den schmäleren Hals über, der nur wenig eingeschnürt ist und eine geringste Breite von 0,014 mm besitzt. Auffallend kurz und schmächtig ist der Ösophagus, bei welchem eine konstante Länge von 0,025 mm nachweisbar ist. Der Darm allerdings wechselt in seiner Länge nach der Größe des Thieres und ist in einem 0,09 mm messenden Thiere selbst 0,0688 mm lang; die Schwanzgabel bietet nichts Bemerkbares dar; es misst in toto eine Zehe 0,01375 mm, also so viel wie der Hals, wovon 0,0075 mm auf den Basaltheil kommen, der ziemlich gedrungen geformt ist. Die Bewaffnung der Haut besitzt die von Metschnikoff (in seiner Fig. 7) angegebene Besonderheit; jeder Stachel trägt kurz vor der Spitze an seiner vorderen Seite einen kurzen Nebendorn. Die Stacheln sind für ihre geringe Länge sehr kräftig, deutlich dreikantig, wovon eine Kante nach vorn gerichtet ist (Fig. 18). Die Rückenstacheln des Kopfes messen 0,0025—0,00313 mm, nehmen nach hinten gleichmäßig an Länge zu, bis sie am Hintertheil 0,01—0,01375 mm lang sind. Die Seitenstacheln (Se_1) sind klein und unansehnlich und nehmen vom Kopfe bis nach hinten von 0,00375—0,00625 mm an Länge zu, vor dem Schwanze ragt jederseits eine auffallend kräftige Borste seitlich hinaus (Se_2). Am Kopf, Hals und Rumpf kann man inclusive der Randstacheln neun Längsreihen von Stacheln zählen, in deren mittelster 13 Stacheln zu finden sind. Ventral besitzt das Thier an seiner breitesten Stelle nur mehr drei Reihen kleiner Stacheln bis zu den Flimmerbändern. Jeder Stachel der Rückenfläche entspringt einer kräftigen Schuppe von typischer Form, welche aus einer vorderen parabolischen Platte und zwei hinteren seitlich divergirenden Flügeln bestehen. Die Botaniker würden ein Blatt dieser Form spießförmig nennen. In jede Ecke verläuft eine Leiste des dreikantigen Stachels, der von dem hinteren Schuppenrand sich erhebt. Die Schuppen decken sich nicht dachziegelig, sondern liegen weit von einander (Fig. 18). Die vordere mediane Platte einer Rückenschuppe ist 0,005 mm lang.

Der Zwischenraum zwischen den typischen zwei Flimmerbändern ist nicht nackt (Fig. 20), sondern trägt in alternirenden Reihen kleine zarte Schüppchen (*vP*), welche hinten spitz abgerundet enden und in einzelnen Fällen je eine zarte, nach hinten gerichtete Borste tragen. Hier tritt der Ausnahmsfall ein, dass der nach hinten sehende Schuppenrand im Gegensatz zu den Rückenschuppen desselben Thieres und der Schuppen aller übrigen bekannten Gastrotrichen, verdickt ist und kräftiger hervortritt, wie der vordere. Die Schuppen decken sich nicht, bis auf die der hintersten Partie, indem daselbst erst vier Schuppen eng in einer Querreihe stehen und dann zwei lange schmale, sich daran fügend, den Schluss machen.

Die Rückenschuppe, welche das Tasthaar trägt, hat die auch bei anderen Formen wiederkehrende eigenthümliche Einrichtung, dass zwei im spitzen Winkel an der Schuppenspitze zusammenstoßende und nach hinten sich erhebende und aus einander weichende Schutzwände entwickelt sind (Fig. 19).

Der Mund ist sehr niedrig, daher die Längsstreifen sehr kurz.

Die Flimmerbänder gehen vorn in einander über.

Diagnose: Körper mehr gedrungen, mit neun Reihen von Stacheln, welche auf dreilappigen Schuppen entspringen. Stacheln am Kopfe 0,0025—0,00313 mm, am Hintertheile 0,01—0,01375 mm, Seitenstacheln kurz. Jeder mit kleiner Nebenspitze kurz vor der Spitze, entspringt am Hinterrande der Schuppe. Kopf länglich oval mit zwei kaum merkbaren Einziehungen jederseits, 0,015 mm breit, Hals 0,01375 mm breit, Ösophagus 0,025 mm lang; Zwischenraum zwischen den Flimmerbändern mit zarten, hinten verdickten Schuppen, auf welchen kurze Stacheln sitzen können. Mundröhre ganz kurz, längsgestreift.

Totallänge 0,09—0,13 mm.

Habitat: Deutschland: Gießen; Österreich: Graz. Auf Blättern von Wasserpflanzen.

Chaetonotus formosus A. C. Stokes 1888.

Chaetonotus formosus, A. C. Stokes[1]; 1888, Nr. 35, p. 50, 51.

[1] Récemment, dans une mare peu profonde, au bord d'une route, j'ai trouvé en abondance, nageant parmi les Algues confervoïdes, une belle espèce de *Chaetonotus*, non encore décrite, et à laquelle j'ai donné le nom de *Chaetonotus formosus* sp. nov. Les surfaces dorsale latérales et latéro-ventrales sont garnies de soies fines et courtes, recourbées et disposées en ordre quinconcial, chacune poussant directement sur la surface de la cuticule avec un léger élargissement basal, mais sans l'intermédiaire d'un épaississement en forme d'écaille. Ces soies sont toutes à peu près égales en longueur, mesurent $^1/_{9000}$ de pouce, ou moins; celles de la tête et du cou sont un peu plus fortes que celles des autres parties. La tête est trilobée, avec les lobes latéraux proéminents et arrondies, le lobe antérieur ayant le bord frontal aplati et portant une petite plaque ou bouclier céphalique. La face ventrale

aplatie, porte deux bandes ciliaires, et l'intervalle est herissé de petites soies recourbées. Les cils, autour de l'ouverture orale, sont essentiellement comme dans les autres formes et l'anneau oral est finement perlé. Les glandes caudales sont ordinairement distinctes, quelquefois très marquées. La longueur de l'animal est de $^1/_{150}$ de pouce. Ces petits étres se trouvèrent en grande abondance dans l'eau de cette mare jusqu'à ce qu'elle fut mise à sec par la chaleur du soleil, et quoique la plupart continuent un oeuf ovarien, souvent deux, je n'ai pas pu assister à l'expulsion de l'oeuf ni en trouver un seul dans la vase ou parmi les Algues.

Von dieser Species existirt keine einzige Abbildung.

Diagnose: Mit feinen kurzen ohne Schuppen mit einer leichten basalen Verdickung entspringenden Stacheln; alle Stacheln ungefähr gleich lang, 0,00283 mm oder weniger messend; die des Kopfes und Halses etwas stärker als die übrigen. Kopf dreilappig, mit abgerundeten, vorspringenden Seitenlappen; medianer Lappen mit einem kleinen Kopfschild.

Zwischenraum zwischen den Flimmerstreifen mit kleinen Borsten besetzt.

Mundröhre längsgerippt.

Totallänge 0,1819 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Trenton (New Jersey).

Chaetonotus Slackiae P. H. Gosse 1864 (Taf. XV, Fig. 15).

Chaetonotus Slackiae, P. H. Gosse[1]; 1864, Nr. 18, p. 397—399, Taf. I, Fig. 7.

Chaetonotus Slackiae, A. C. Stokes[2]; 1887, Nr. 35, p. 151, 152, Taf. I, Fig. 7.

[1] »Diese neue Species erlaube ich mir einer Dame zu widmen, deren leichter und eleganter Pinselführung die Mikroskopiker so sehr für die wundervollen und naturgetreuen Zeichnungen in ‚Marvels of Pondlife‘ zu Dank verpflichtet sind. Ich traf dieses Thier im Januar 1851. Seine Länge war $^1/_{135}$ Zoll, seine größte Breite $^1/_{600}$ Zoll. Die Verhältnisse sind ähnlich denen von *Chaet. larus,* doch ist der Umriss des Kopfes die Hälfte einer kurzen Ellipse, ohne Lappen und geht mit einem scharfen Winkel in den Hals über, welcher im Verhältnis zum Körper etwas schlanker ist als in der eben besprochenen Species (*Ichth. squammatum*). Diese Kopfform gewährt einen eigenthümlichen Anblick und ist die hervorragendste charakteristischste Erscheinung, welche mehr noch in der folgenden Species (*Chaet. gracilis*) und noch stärker im Genus *Dasydytes* hervortritt. Die Oberfläche des Körpers ist deutlich mit in Quincunx gestellten Punkten besetzt, der optische Effekt, glaube ich, von derart angeordneten Höckerchen oder Warzen, von welchen vielleicht die Haare entspringen. Der Rücken und die Seiten sind mit sehr feinen nach hinten gerichteten Haaren von nur mäßiger Länge bedeckt. Ich habe keine Spur von den Tasthaaren des Kopfes sehen können. Der Mund ist um Einiges größer als gewöhnlich und hinten plötzlich verengt. Der Ösophagus ist von normaler Form, ein Cylinder von sehr dicken durchsichtigen Wänden und von einer dünnen centralen

Röhre durchbohrt. Es überraschte mich zu beobachten, dass der Ösophagus nicht mit dem Munde zusammenhängt, sondern gerade hinter ihm beginnt, in Folge einer nicht leicht zu erklärenden Eigenthümlichkeit der Struktur (vielleicht durch eine plötzliche Vertiefung oder eine aus der Bildfläche hinausführende Krümmung bewirkt, obwohl durch unaufhörliche Handhabung der Mikrometerschraube dieser Umstand kaum unentdeckt geblieben sein könnte), augenscheinlich mit einem tiefer liegenden Centrum, wo die mediane Durchbohrung begann (Fig. 7). Eingebettet in der äußeren Wand des Verdauungsrohres, an jeder Seite des Vorderendes, liegt ein kleiner, ovaler, gut abgegrenzter Fleck, welcher zu Zeiten eine bestimmte Färbung zu haben schien und welcher mich an die Augenpunkte der Rotiferen erinnert. An dem hinteren Ende dieses durchbohrten Darmkanales (den wir etwa Ösophagus nennen), beiläufig in $^1/_4$ seiner Länge, schien mir eine gewölbte Figur durch eine zarte Linie vom Reste abgegrenzt zu sein. Das Hinterende war leicht konkav und saß auf dem entsprechend konvexen Vorderende des Darmes, eine Abweichung von dem normalen Zustand, in welchem der Darm den Ösophagus umfasst. An jeder Seite des Vorderendes des Darmes war eine ovale klare Blase gelegen, ganz von dem Ansehen, der Lage und der zweifellosen Funktion, wie die Drüsen, welche wir bei den meisten Räderthieren als pankreatische bezeichnen. Das am meisten interessante Ergebnis der Untersuchung jedoch war die Entdeckung eines Wassergefäßsystems vom selben Baue, wie der Rotiferen. Geschlängelte Kanäle laufen an jeder Seite der Leibeshöhle entlang (zwei an einer, aber nur eines auf der anderen Seite sichtbar), welche sehr deutlich nahe bis zum Fuß verfolgt werden können (besonders bei seitlicher Lage) und nach vorn zum Kopfe, wo sie mit einem keulenförmigen Bulbus enden. Unmittelbar vor diesem Paar von Bulben, jedoch ohne sichtbare Verbindung mit ihnen, waren zwei kugelige, stark lichtbrechende Bläschen vorhanden, welche wahrscheinlich mit einer Flüssigkeit gefüllt waren. Sie waren nicht in derselben Bildfläche, wie die kleinen Augenpunkte, deutlich zu sehen, folglich mussten sie in der entgegengesetzten Region (ventral) der Kopfhöhle liegen. Nach einer Weile konnte von diesen nur eines mehr gefunden werden. Das andere war verschwunden. Waren sie kontraktile Blasen? Die übrigen Eingeweide zeigten nichts Bemerkenswerthes.«

2) Hat diese Form nicht selbst beobachtet und giebt nur einen Auszug aus den Angaben Gosse's.

Diagnose: Kopf von der Form einer halben Ellipse mit rascher Verjüngung in den Hals übergehend. Borsten zart und von mäßiger Länge. Rumpf breiter als der Hals, 0,0423 mm.

Totallänge 0,1868 mm.

Habitat: England: Leamington.

Chaetonotus acanthodes A. C. Stokes 1887 (Taf. XV, Fig. 14 *a*, *b*).

Chaetonotus acanthodes, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 564, Taf. II, Fig. 28—30.

1) »Dans une petite mare à Sphagnum, près de mon habitation, j'ai pris un petit nombre de Chaetonotus mesurant $^1/_{180}$ de pouce de longueur, dont la surface cuticulaire était pour la plus grande partie merveilleusement armée, la face ventrale ayant aussi une garniture protectrice. Il possède a la fois des épines et des

écailles; ces dernières sont imbriquées, leur bord libre est dirigé en avant, et chacune porte une petite écaille supplémentaire ou un épaisissement en forme d'ecaille, dont s'élève une épine recourbée (Fig. 29). A une petite distance audessus du centre du corps, la surface dorsale est traversée par une série de grosses et fortes épines s'élevant obliquement en haut et en arrière, et formant une espèce de haie épineuse au dessous de laquelle les appendices coniques sont petits et rares; quelquefois même tout à fait absents, excepté sur les bords latéraux. De chaque coté, près de la fourche, sont deux larges épines. Dans la figure 29, les écailles sont beaucoup plus correctes de forme que dans la fig. 28, où elles sont même trop arrondies et où l'apparence d'écailles doubles a été volontairement omise. L'espace ventral entre les bandes ciliaires est entièrement et densément garni d'épines courtes, fines, recourbées, ou piquants, et quatre ou cinq sois plus longues font saillie de la surface au-delà du bord de la bifurcation postérieure (fig. 30). Je n'ai pas vu d'oeuf.«

Diagnose: Körper und Seiten mit Schuppen bedeckt, welche je eine kleine supplementäre Schuppe tragen, auf welcher in der vorderen Körperhälfte je ein kurzer Stachel steht; hinter der Körpermitte schließt diese Stachelbewaffnung mit einer queren Reihe großer Stacheln ab; jenseits dieser die Stacheln selten, auch ganz fehlend; an jeder Seite der Schwanzgabel zwei große Seitenstacheln. Zwischenraum zwischen den Flimmerbändern dicht mit feinen Stacheln versehen, vier bis fünf davon länger und über den Grund der Schwanzgabel hinaussehend.

Totallänge 0,1411 mm.

Habitat: Nordamerika: Trenton (New Jersey). (Zwischen Sphagnum.)

Chaetonotus brevispinosus mihi 1889 (Taf. XIV, Fig. 11—14).

Chaetonotus larus, C. H. Fernald[1]; 1883, Nr. 28, p. 1217 (Holzschnitt 1, 2).

Chaetonotus larus, A. C. Stokes[2]; 1887, Nr. 35, p. 153, Taf. I, Fig. 11.

---

[1] »Diese Thiere waren 1/225 Zoll lang, länglich, oben rund, hinten etwas verbreitert und an der oberen Fläche mit nach rückwärts gekrümmten Dornen besetzt, von denen die des hinteren Theiles die größten sind. Die untere Fläche ist flach, ohne Stacheln, hat aber vier Längsbänder von Cilien.« Es werden noch vier farbige Augen erwähnt (s. Kap. Sinnesorgane, Histor.).

[2] »Le dos et les côtés sont garnis de rangées longitudinales de courtes épines coniques, quelquefois toujours, d'après la description d'Ehrenberg plus longues postérieurement. L'anneau oral n'est pas perlé, mais les cils oraux se projettent au delà du bord en une seule rangée de soies. L'arrangement des cils ventraux varie suivant les individus, peut-être suivant les différentes localités. Mais dans le plus grand nombre de ceux que j'ai vus, les cils forment deux bandes latérales longitudinales. Dans quelques cas, toute la surface ventrale antérieure, dans un espace égal a la longueur de l'oesophage, était entièrement ciliée, les cils se continuant en deux bandes jusqu'a la bifurcation caudale, et en deux étroites lignes

centrales s'etendant sur le même espace. On décrit ordinairement l'animal comme ayant quatre lignes de cils ventraux. Fernald et Ludwig ont observé tous les deux une couche externe de petites cellules entourant les grandes cellules de l'intestin, et Ludwig a découvert sous la partie postérieure de l'intestin une glande qu'il pense être le testicule. Elle est remarquablement développée dans quelques individus; chez d'autres, elle n'est pas apparente. On la voit dans la planche II (fig. 11 *c*). Chez ceux que j'ai observés, la longueur de la glande était d'environ $1/_{2125}$ de pouce.«

Dieses mit auffallend kurzen Stacheln bewehrte Thierchen kam mir im Juni, Oktober und November 1888 und im Mai dieses Jahres nicht selten unter, es scheint demnach eine, die ganze wärmere Jahreszeit ausdauernde Form zu sein; auch die lokale Verbreitung um Graz war keine eng umgrenzte, sondern sie erstreckte sich auf die verschiedensten Tümpel.

Eine wichtige, die Wiedererkennung wesentlich fördernde Eigenschaft liegt in dem dicken Kopfe, der nahezu kreisrund erscheint und konstant 0,02 mm breit ist; vorn wird mitunter auf jeder Seite je eine schwache Einkerbung sichtbar; er geht kaum merklich in den ebenfalls dick erscheinenden Hals über, welcher nur sehr wenig schmäler ist.

Der Rumpf ist nicht breiter als die vordere Körperregion sondern misst nur 0,0188 mm und endet in einem kurzen Schwanz.

Kurz und dick zugleich, wie in keiner anderen Species, ist der Ösophagus, indem er, kaum länger als der Kopf breit, nur 0,0223 mm weit sich erstreckt und dabei sich am hinteren Ende bis zu 0,01125 mm verdickt.

Die Schwanzgabel ist 0,0125 mm lang, wovon 0,0088 mm dem Endgriffel angehören.

Der Mundring ist sehr kurz und ohne die bei anderen Species vorkommenden Längsstreifen, an deren Stelle feine Körnchen stehen. Der Büschel von Mundcilien ragt weit aus der Öffnung hervor.

Die Borsten sind sowohl auf dem Kopfe wie auf dem Halse und Hintertheile in elf Reihen angeordnet; die des Kopfes messen nicht nur dorsal, sondern auch an der Seite im Minimum nur 0,00188 mm und nehmen nach hinten allmählich an Größe zu; am Halse messen sie 0,0025—0,0037 mm; die längsten der hinteren Stacheln erreichen 0,00625 mm. Sie sind alle schwach gekrümmt, die letzten zwei Seitenstacheln sind jederseits verlängert und stark gekrümmt. Die dorsale Fläche des Körperendes besitzt vor der Schwanzgabel einige in zwei Reifen gestellte, kräftige, gerade Stacheln, von gleicher Länge, wie ihre gekrümmten Nachbarn. In der ersten Reihe stehen vier, in der hinteren sechs solcher Borsten. Zwischen den zwei mittleren der letzten Reihe ist eine kleine papillenartige Erhebung mit einer Einziehung an ihrer Spitze zu finden, welche ich als Afteröffnung deute. Alle Stachel entspringen von dachziegelartig sich deckenden Schuppen, von der Form einer Kreisscheibe (Fig. 12) mit einem hinten angebrachten Kreisausschnitte. Beiläufig im Centrum erhebt sich der Stachel. Der Vorderrand jeder Schuppe ist verdickt.

Die Tasthaare des Halses und des Hinterleibes entspringen stachellosen Schuppen und werden an ihrer Basis von zwei kurzen borstenartigen Schutzwänden beschirmt. Ungewöhnlich ist das Vorkommen eines einzelnen Tasthaares zu jeder Seite des Kopfes, dort wo bei anderen Formen ein Büschel solcher Haare sich erhebt.

Die Unterseite trägt am Kopfe zwei Büschel lebhaft flimmernder Cilien zu den Seiten des Mundes; die Bauchseite besitzt die zwei bekannten Flimmerbänder, zwischen welchen zarte, runde Schuppen angeordnet sind. Am Hinterende schließen zwei lange schmale Schuppen diese Schutzdecke ab und tragen je eine über den Hinterrand hinausragende Borste (Fig. 13 *Sh*), zu welchen noch auf eigenen Schuppen zu beiden Seiten je zwei Borsten hinzukommen.

Am Vorderrand des Kopfes befinden sich vier paarweise liegende Körper, welche unsere Aufmerksamkeit besonders verdienen (*y*). Die beiden rückwärtigen lehnen sich an den Rand des großen seitlichen Kopflappens an (Fig. 11), sind spitz oval, bei einem größten Durchmesser von 0,005 mm und bei einer Breite von 0,00188 mm; die vorderen kleineren sind kreisrund und sind im mittleren Kopflappen dem Vorderrande fast anliegend zu beiden Seiten des Mundes gestellt, alle vier aber der dorsalen Fläche stark genähert. Jeder Körper ist mit schwarzen Punkten erfüllt, die besonders an den Rändern gehäuft stehen; man wird in ihnen Augen sehen dürfen.

An einem Exemplare fielen mir elf hellgrüne, unregelmäßig ovale und verschieden große Körper (Fig. 11 *x*) auf, welche zu je fünf und sechs am vorderen Rande des Kopfes vertheilt waren. Sie lagen theils dorsal, theils wie die hinteren größten ventral. Ihr vereinzeltes Auftreten berechtigt mich, in ihnen Fremdkörper, etwa eingedrungene Algen zu sehen.

Der Nachweis, dass die bei von Stokes und Fernald erwähnten Formen nicht zu *Chaet. larus*, sondern *Chaet. brevispinosus* gehören, ist nicht schwer zu führen. Allerdings kann ich mich bezüglich Fernald nicht auf den Text berufen, denn seine Diagnose würde fast auf alle *Chaetonotiden* passen, mit Ausnahme der Angabe von vier Längsbändern, welche von Ludwig herübergenommen ist, und der vier Augen, welche die Einreihung dieser Form unter *Chaet. larus* unmöglich machen, wie Fernald erfahren hätte, wenn er Ludwig's Arbeit noch genauer benutzt hätte. Diese vier Augenflecke und die zwei Holzschnitte Fernald's bestimmen mich meine Form und die in Frage stehende für synonym zu erklären. Die Holzschnitte, welche, was die Umrisse anbelangt, Original zu sein scheinen, zeigen die größte Ähnlichkeit mit *Chaet. brevispinosus*, wozu noch kommt, dass die Stacheln sämmtlich kurz, wie bei meiner Form, erscheinen, so dass kein Zweifel obwalten kann, dass Fernald diese Umrisse nach einem Exemplar von *Chaet. brevispinosus* gezeichnet hat.

Die Form und Länge der Stacheln ist es auch, welche eben so wie das nicht längsgestreifte Mundrohr, die Form von Stokes hierher verweist. Eine Bestätigung findet meine Ansicht in der Fig. 11 dieses Autors, welche die Stacheln vollkommen übereinstimmend mit meinen Angaben von *Chaet. brevispinosus* wiedergiebt.

Diagnose: Körper gedrungen, dorsal mit elf Reihen von runden kurzen, nach hinten etwas länger werdenden kräftigen Stacheln besetzt. Kopfstachel und vordere Seitenstachel nur 0,00188 mm, Halsstachel 0,0025—0,0037 mm, längste Stacheln am Rumpfe 0,00625 mm. Die zwei letzten Seitenstacheln vor der Schwanzgabel lang und stark gekrümmt. Stacheln von der Mitte kreisrunder, hinten eckig ausgeschnittener Schuppen entspringend.

Kopf dick, fast kreisrund, 0,02 mm breit, schwach dreilappig, allmählich in einen dicken Hals übergehend.

Ösophagus kurz, 0,0223 mm lang und 0,01125 mm dick; ventraler Zwischenraum mit zarten Schuppen bedeckt.

Mundröhre gekörnt oder kurz gestreift.

Totallänge 0,095—0,149 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Orono (*Me*), Trenton (New Jersey); Österreich: Graz, in allen Tümpeln, Mai—November.

Chaetonotus tabulatus L. C. Schmarda (Taf. XV, Fig. 9).

Ichthydium tabulatum, L. C. Schmarda[1]; 1861, Nr. 14, I, 2, p. 8, Taf. XVII, Fig. 149.

Ichthydium tabulatum, H. Ludwig[2]; 1875, Nr. 23, p. 220.

---

[1] »Char.: Corpus oblongo ovale, antice attenuatum, postice largum, furca brevis, dorsum tabulis hexagonis. Der vordere Theil des Körpers ist etwas schmäler, der hintere breiter in einen kurzen Gabelschwanz geendet. An dem abgerundeten Kopfe sitzen acht feine Fühlfäden, von denen die zwei mittleren Paare kurz, die zwei äußeren lang und geißelförmig sind. Der ganze Rücken ist mit kleinen sechseckigen Zellen besetzt, die in ihrer Mitte eine kleine Erhöhung haben, auf welcher sich eine kurze haarförmige Borste findet. Diese Täfelchen sind besonders

am vorderen Theile sehr deutlich, der dadurch ein schuppenartiges Aussehen erhält. Die Flimmerhaare werden erst bei stärkerer Vergrößerung sichtbar. Länge des Körpers 0,2 mm. Der Darm ist cylindrisch und hat in seinem vorderen Theile zwei gerade kurze Stäbchen, wie Rudimente von Kiefern. In der Mitte des Körpers sah ich bei einem Exemplare ein Ei. Im stehenden Wasser in der Nähe von Cali im Caucathale.«

2) Giebt eine kurze Charakteristik nach SCHMARDA's Angaben.

Diagnose: Körper vorn schmal, hinten breit; Rücken und Seiten mit regelmäßig sechseckigen Schuppen bedeckt; jede Schuppe trägt in ihrem Centrum auf einer kleinen Erhöhung eine kurze haarförmige Borste. Auf dem abgerundeten Kopfe acht feine »Fühlfäden«.

Totallänge 0,2 mm.

Habitat: Südamerika: Caucathal (in der Nähe von Cali im stehenden Wasser).

b) eine Anzahl Rückenstacheln ist auffallend verlängert.

Chaetonotus acanthophorus A. C. Stokes 1888 (Taf. XV, Fig. 11).

Chaetonotus acanthophorus, A. C. STOKES[1]; 1888, Nr. 35, p. 20, Taf. I, Fig. 13, 14.

1) »La surface supérieure de la tête et du cou et les bords latéraux du corps sont ornés de courtes soies recourbées, tandis que la région dorsale proprement dite porte quatre rangs d'épines recourbées, chaque série s'arquant en avant et comprenant cinq épines chacune avec une épine additionnelle de chaque coté du corps, près de la bifurcation postérieure. Les piquants sont finement et inégalement fourchus et s'élèvent sur une base élargie (fig. 14) de sorte que l'animal est presqu' entièrement recouvert d'une armure formée par ces bases élargies. L'anneau oral n'est pas perlé. Je n'ai pas vu l'oeuf. Le corps mesure $1/_{235}$ de pouce de longueur.«

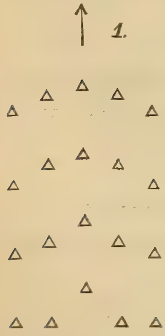


Fig. I.

Holzschnitt I giebt die Anordnung der großen Stacheln an.

Diagnose: Kopf und Hals mit kurzen Stacheln besetzt, am Rumpfe fünf Längsreihen von je vier großen Stacheln mit kleiner Nebenspitze kurz vor der Hauptspitze; die Reihen alterniren so wenig, dass die Stacheln gleichzeitig in vier nach vorn ausgebogenen Querreihen erscheinen.

Der letzte Seitenstachel an der Basis des Fußes groß. Alle Stacheln entspringen von erweiterter Basis, so dass der Kopf fast ganz von diesen Basen bedeckt ist.

Mundring nicht gestreift.

Totallänge 0,108 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Trenton (New Jersey).

Chaetonotus spinulosus A. C. Stokes 1887 (Taf. XV, Fig. 2, 12).

Chaetonotus spinulosus, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 564, 565, Taf. I, Fig. 2, 3.

1) »Corps long de $^1/_{376}$ de pouce. La surface cuticulaire est grossièrement granuleuse et le dos porte ordinairement sept épines inégalement fourchues, en deux rangées transversales la rangée antérieure composée de quatre épines et la rangée postérieure de trois. Quelquefois les épines latérales de la rangée postérieure manquent et la rangée antérieure n'en présente que trois. Les bords latéraux du corps sont munis de courtes soies coniques que j'ai constamment trouvées dans tous les spécimens que j'ai observés. L'oeuf a $^1/_{750}$ de pouce de long et les extrémités ainsi qu'un côté sont hérissés de cils courts (fig. 3). L'embryon sort environ trente heures après que l'oeuf a été pondu, et, à peu près trente heures plus tard, on commence à voir dans le jeune Chaetonotus se former un oeuf ovarien dont le noyau devient visible six heures après. J'ai assisté à la ponte de l'oeuf et le parent est mort ensuite.«

Die Vertheilung der großen Stacheln wird aus den Holzschnitten II und III klar werden.

Diagnose: Oberfläche grob granulirt; am Rücken zwei Querreihen von ungleich gegabelten langen Stacheln, in der ersten, beiläufig in der Mitte des Körpers gelegenen Reihe drei bis vier, in der hinteren ein oder drei Stacheln. Seiten mit kurzen konischen Stacheln bewaffnet.

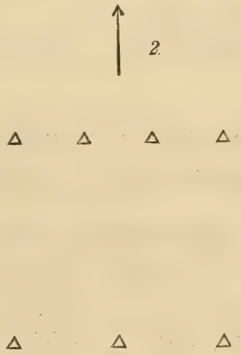


Fig. II.

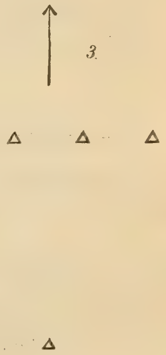


Fig. III.

Länge 0,0675 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Trenton (New Jersey).

Chaetonotus enormis A. C. Stokes 1888 (Taf. XV, Fig. 16).

Chaetonotus enormis, A. C. Stokes; 1888, Nr. 35, p. 19, Taf. I, Fig. 12.

1) »Les surfaces supérieure et latérale de la tête et du cou sont garnies de courtes soies recourbées qui s'étendent aussi tout le long des bords latéro-ventraux

du corps. Les parties centrale et postérieure de la region dorsale portent treize longues épines dirigées en arrière, mais peu recourbées. Elles s'élèvent directement de la surface cuticulaire par une base élargie, sans l'intermédiaire d'écailles, et s'effilent vers leur extrémité, où elles sont inégalement bifurquées. Elles sont disposées comme le montre la figure 12: trois épines dans la première rangée transversale, antérieure, quatre dans le suivante, deux largement espacées, dans la troisième, trois dans la quatrième, la cinquième n'a qu'une épine placée au centre. De chaque côté, postérieurement, sont deux longues épines paraissant appartenir à la série des petites épines qui frangent les bords du corps. L'animal mesure $^1/_{300}$ de pouce de long.«

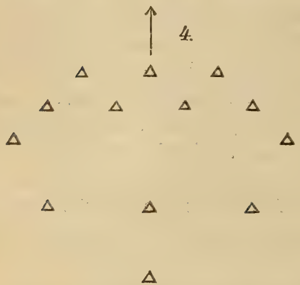


Fig. IV.

Bezüglich Stachelvertheilung am Hinterende siehe beistehendes Schema.

Diagnose: Kopf, Hals und Seiten mit kurzen Stacheln versehen; mittlerer und hinterer Theil des Rückens mit 13 langen, ungleich gegabelten Stacheln, davon in der ersten Querreihe drei, in der zweiten vier, in der dritten zwei, in der vierten drei; darauf folgt noch ein medianer Stachel. Die zwei letzten Seitenstacheln lang und ungleich gegabelt.

Totallänge 0,0847 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Trenton (New Jersey).

Chaetonotus longispinosus A. C. Stokes 1887 (Taf. XV, Fig. 3).

Chaetonotus longispinosus, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 565, Taf. I, Fig. 8—10.

[1] »Les épines, inégalement fourchues, varient en nombre de quatre à huit, ce dernier nombre étant le plus commun. Elles ont presque la moitié de la longueur du corps de l'animal, et s'élèvent de la région centrale du dos en deux rangées transversales, ordinairement de quatre épines chacune; elles sont arquées en dessus et en arrière (fig. 8) jusque près ou au delà des extrémités des branches caudales, celles qui forment la série postérieure étant la plus longue. Au devant de la rangée antérieure, la surface est garnie de quelques soies recourbées, comme le montre la figure 9, et les bords du corps sont frangés de grosses soies raides. Les épines dorsales sont toujours sur deux rangées, mais leur nombre varie de quatre à trois dans une rangée et à cinq dans l'autre. Le corps à $^1/_{345}$ de pouce de long. Je n'ai pas observé l'oeuf.«

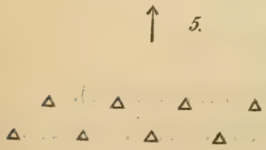


Fig. V.

Die Vertheilung der langen Stacheln ist im Holzschn. V schematisirt.

Diagnose: Hals mit kurzen Stacheln besetzt; in der Mitte des Körpers zwei Querreihen von vier bis acht sehr langen starken, ungleich gegabelten Stacheln, meist vier Stacheln in jeder Reihe (doch kommen auch Individuen mit drei Stacheln in der einen und fünf in der anderen vor); die der hinteren Reihe reichen bis zu den oder über die Schwanzspitzen.

Totallänge: 0,0736 mm.

Habitat: Nordamerika, Ver. Staaten: Trenton (New Jersey).

Chaetonotus macrochaetus mihi 1889 (Taf. XIV, Fig. 7—10).

Im Juni 1888 wurde diese Species zahlreich zugleich mit *Chaet. hystrix* Metschn. und *maximus* Ehrb. zwischen Characeen gefunden, welche ich dem großen Bassin des aufgelassenen Joaneumsgartens entnommen hatte; heuer gelang es mir nicht, sie in anderen stehenden Gewässern anzutreffen. In raschem Zuge schwammen die Thierchen munter umher und schienen einige Wochen in ungeheurer Zahl vorhanden zu sein. Im Herbste hingegen konnte ich aus demselben Bassin kein einziges Individuum entdecken.

An Größe kommt es einigermaßen dem *Chaet. larus* O. F. Müll. nahe, mit welchem es überhaupt große Ähnlichkeit zu besitzen scheint. Ich will daher nur die Unterscheidungsmerkmale hervorheben.

Gleich *Chaet. hystrix*, *persetosus* etc. ist jeder Rückenstachel mit einer ziemlich großen Nebenspitze zu Beginn des obersten Drittels der Stachellänge versehen (Fig. 9), welche selbst als deutlicher Dorn vom Hauptstachel absteht. In dem Winkel zwischen beiden ist eine glashelle Membran ausgespannt, welche sie verbindet.

Alle Rückenstacheln sind merklich länger als bei den nächsten Verwandten, da schon die Kopfstacheln 0,0088 mm messen, denen die Halsstacheln gleich kommen, während die längsten Rückenstacheln am Rumpfe 0,0213 mm messen.

Die Seitenstacheln erscheinen zarter und nehmen vom Kopf nach hinten von 0,0062 mm bis 0,0125 mm allmählich zu. Mit diesen Seitenstacheln zählt man überall neun Längsreihen im dorsalen Anblicke.

Am Rumpfe werden die Rückenstacheln der sieben oberen Reihen plötzlich so ungemein lang, wie oben angegeben wurde. Die mediane Reihe zählt vier, die nächste ebenfalls vier, aber alternirend nach vorn verschoben, die dritte Reihe nur drei Stacheln, welche den drei ersten der medianen Reihe gleichgestellt sind, die vierte Reihe hat abermals vier, zur zweiten Reihe gleichgestellte Stacheln. Das Schema der großen Stacheln ist nebenstehendes.

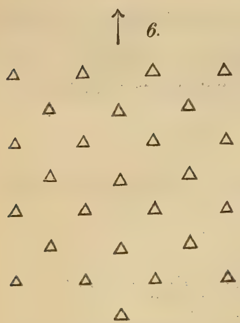


Fig. VI.

Die letzten zwei Seitenstacheln, welche ziemlich nahe an einander stehen, sind ebenfalls lang, kräftig, sehr stark gekrümmt und mit Nebenspitzen versehen.

Jeder Stachel nimmt seinen Ursprung von einer Schuppe, welche alle gleich geformt sind; man könnte diese Schuppen pflugscharförmig nennen (Fig. 9). Sie liegen im hinteren Körpertheile weit aus einander, so dass sich nur die seitlich schmalen Flügel berühren und zusammen die Spitze der hinter ihnen liegenden Schuppe bedecken (Fig. 10). Zwischen ihnen sieht man die unbedeckte Haut. Jede Schuppe hat drei, im hinteren Theile zusammenlaufende Firste, aus deren Vereinigungspunkt der Stachel entspringt; hinter dem Stachel ist noch ein schmaler Rand vorhanden. Eine Schuppe der großen Stacheln ist 0,0125 mm lang und 0,0088 mm breit. Ihre Flügel weichen in sehr stumpfem Winkel seitlich aus einander im Unterschiede von *Chaet. larus*, dessen Schuppen (Taf. XV, Fig. 5) nach Ludwig nach hinten gerichtete Flügel haben und daher eine tiefe parabolische Einziehung erleiden. Ich brauche wohl nicht erst auch darauf hinzuweisen, dass *Chaet. larus* keine Nebendornen auf seinen Stacheln trägt.

Der Ösophagus ist 0,032 mm lang.

Ein eigenthümliches Aussehen, welches ich auf der von Gosse gegebenen Abbildung von *Chaet. larus* wiedergegeben finde, zeigt diese Form in seinen vorderen Partien. Die hier dichter liegenden Schuppen lassen das Bild rhombisch sich kreuzender Linien erscheinen (Fig. 7, 8). Es scheint mir zweifellos, dass Gosse eine ähnliche Form, wie die vorliegende, oder vielleicht dieselbe mit seinem *Chaet. larus* vermengt hat und seine Zeichnung danach anfertigte, wie er auch sagt, dass der Charakter der längeren Rückenstacheln bisweilen außerordentlich stark ausgeprägt gewesen sei.

Der ventrale Zwischenraum trägt rundliche alternirende zarte Schuppen, deren hinterer Rand stärker verdickt ist als der vordere. Die Rückensinneshaare sitzen auf eigens eingerichteten Schuppen, welche zwei schräge, hinten aus einander weichende Schutzwände tragen, zwischen welchen das Sinneshaar entspringt (Fig. 10 *a*).

Diagnose: Ähnlich *Chaet. larus* neun Reihen Rückenstacheln inclusive Seitenstacheln. Kopfstachel 0,0088 mm lang; die Stacheln der sieben mittleren Reihen am Rumpfe stark verlängert, 0,0213 mm lang. Jeder dorsale Stachel mit Nebenspitze im letzten Drittel. Die Stachel entspringen vom hinteren Theile pflugscharförmiger großer Schuppen.

Ösophagus 0,032 mm lang.

Ventraler Zwischenraum mit rundlichen Schuppen.

Totallänge 0,077—01 mm.

Habitat: Österreich: Graz, Bassin des Joanneumgartens. Juni.

Chaetonotus persetosus mihi 1889 (Taf. XIV, Fig. 1—6).

Eine kleine 0,0775—0,081 mm lange zierliche Form, welche ich im Monat Mai 1889 recht häufig zwischen Wasserlinsen in einem Tümpel in Unterandritz bei Graz fand. Der gewaltige Stachelbesatz des hinteren Körpertheiles fällt dem Beschauer sofort auf, namentlich wenn das Thier sich auf die Seite legt (Fig. 2) und dadurch der Längenunterschied zwischen den vorderen und hinteren Stacheln ins rechte Licht gerückt wird.

Der Kopf ist rundlich und besitzt zwei schwache Einziehungen auf jeder Seite, wodurch fünf kaum merkliche Lappen entstehen; seine größte Breite liegt in den hinteren Lappen und beträgt konstant 0,0138 mm.

Allmählich schnürt sich die Halsregion hinter dem Kopfe ein bis zu einer geringsten Breite von 0,0125 mm.

Der Rumpf ist schlanker als der Kopf, auch wenn er ein ziemlich großes Ei trägt. Die Schwanzgabel ist ohne besondere Eigenschaften, in toto 0,0125 mm lang, wovon 0,0075 für den Endtheil entfallen.

Der Ösophagus ist kurz, nur 0,0225—0,025 mm lang und in seiner Mitte stark eingeschnürt. Der Mundring ist niedrig, daher die Längsstreifen sehr kurz erscheinen. Die Mundborsten scheinen zu fehlen.

Am Kopf und am Halse zählt man neun Längsreihen alternirender Stacheln, inclusive der Seitenstacheln. Die Seiten- und Rückenstacheln sind an dieser Körperregion sehr klein und erreichen nur 0,0025 mm Länge, nach hinten nehmen die Seitenstacheln allmählich an Größe zu, bis sie 0,00375—0,00625 mm lang werden. In dieser Größe besetzen sie den seitlichen Rand des Körpers bis zu einer bestimmten Grenze, welche sie in je zwei in der Nähe des Hinterendes stehenden ziemlich weit von einander entfernten großen Seitenstacheln finden. Die Rückenstacheln werden hinter der Körpermitte plötzlich sehr lang und stark und zwar nehmen nur die fünf mittleren Längsreihen daran Theil, während die zwei äußersten Stachelreihen des Rückens in gewöhnlicher Größe weiterziehen. Den Übergang zu den drei mittleren Stachelreihen vermitteln etwa halb so lange Stacheln. In der mittleren Längsreihe stehen vier lange Stacheln in ziemlich gleichen Entfernungen, von denen der erste der längste ist und 0,0125—0,01875 mm misst, während die übrigen dieser und der anderen vier Reihen 0,015 mm an Länge erreichen. In der nächst anschließenden Reihe findet man drei Stacheln, deren Stellung aber eine bemerkenswerthe ist, indem die zwei ersten davon meist so stehen, dass sie beide zwischen dem ersten und zweiten der mittleren Reihe zu stehen kommen, während der letzte zwischen dem dritten und vierten der mittleren Reihe entspringt; dadurch entsteht eine bemerkenswerthe Lücke in dieser Reihe zwischen dem dritten und vierten Stachel; die äußerste Reihe besitzt ebenfalls drei Stacheln, die mit dem ersten, zweiten und dritten der mittleren Reihe gleich gestellt sind. Das Schema der Vertheilung der großen Stacheln wäre folgendes. (Im Holzschnitte VII sind die ersten zwei, im Holzschnitte VIII die ersten drei Stacheln, welche nur Übergangstacheln sind, zu groß ausgefallen.)

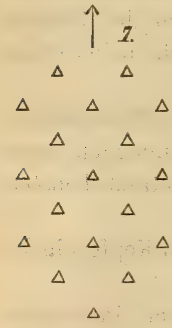


Fig. VII.

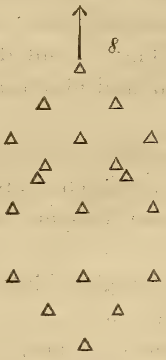


Fig. VIII.

In seitlicher Stellung zählt man am Rumpfe von den äußersten großen Stacheln bis zum Flimmerband noch fünf Reihen kleiner Stacheln, indem unter den Seitenstacheln noch drei Stachelreihen sich einschieben.

Sämmtliche Stacheln entspringen von Schuppen ganz bestimmter Form, die etwas Ähnlichkeit mit denen von *Chaet. hystrix* Metschn. haben, es ist jedoch die vordere mediane Platte kräftiger und die seitlichen Flügel treten an Größe zurück (Fig. 4). Die vordere Platte ist an einem 0,015 mm langen Stachel 0,005 mm lang. Der Stachel ist immer dreikantig und entspringt von der hinteren Grenze der Schuppe.

Jeder Stachel hat kurz vor der Spitze eine kleine Nebenspitze.

Die die hinteren Tasthaare tragenden Schuppen liegen neben dem hintersten medianen Stachel und besitzen zwei vorn zusammenstoßende, nach hinten höher werdende Schutzwände; ihre Umrisse sind von denen der übrigen Schuppen nicht verschieden.

Die Unterseite besitzt zwischen den Flimmerbändern eine eigenthümliche Panzerung, welche auf den ersten Anblick den Eindruck rhombischer Schuppen macht (Fig. 5), stärkere Vergrößerung zeigt alternirende Reihen von länglichen sechseckigen Schuppen; es wechseln immer zwei große mit einer großen und zwei kleinen Schuppen ab. Am hinteren Ende wird diese Panzerung durch zwei lange rechteckige Platten abgeschlossen (*y*), die eine Borste tragen; vor diesen liegen noch zwei ovale blattförmige Schüppchen mit je einem zarten Stachel (*x*).

Der Kopf zeigt die gewöhnliche Vertheilung der Sinneshaare. Von dem vordersten der ventralen Büschel steht eine einzige Flimmer meist gerade ausgestreckt nach vorn.

Die Flimmerbänder sind vorn verbunden.

Das Hinterende weicht etwas von der bekannten Struktur ab. Vor Allem ist der Basaltheil des Fußes durch eine deutliche Querlinie, dem Ausdruck der Grenze der verdickten Oberhaut, vom Körper abgetrennt. Auf diesem verdickten Hauttheile, der vorn von den drei Schuppen der Tasthaare und des letzten großen Stachels, seitlich von den hinteren großen Seitenstacheln umgrenzt wird, liegt eine Anzahl schmaler langer Schuppen (Fig. 6), welche jede in der Mitte einen Kiel, offenbar eine liegende Borste oder eine Leiste, besitzt. Die vier mittleren dieser dachschindelförmigen Platten stehen derart, dass sie ein gleichschenkeliges Dreieck mit einspringender Basis formiren; links und rechts von den Schenkeln liegt noch eine gleich große Platte, kleinere schließen sich am Hinterrande an.

Diagnose: Kopf schwach fünflappig, 0,01375 mm breit; Hals allmählich eingeschnürt, 0,0125 mm breit. Mit neun Reihen alternirender Stacheln, welche am Kopfe und Hals 0,0025 mm lang sind. Hinter der Körpermitte werden die Stacheln der fünf mittleren Reihen 0,015—0,01875 mm lang. Die mediane Reihe hat vier, die beiden seitlichen Reihen haben je drei Stacheln in bestimmter Stellung. Seitenstacheln vorn 0,0025, hinten 0,00375—0,00625 mm lang. Die zwei letzten Seitenstacheln fast so groß wie die langen Rückenstacheln.

Ventraler Zwischenraum mit sechseckigen Schuppen bedeckt; Ösophagus 0,0225 mm. Mundröhre kurz, längsgestreift.

Totallänge 0,0775—0,08125 mm.

Habitat: Österreich: Unterandritz bei Graz. Mai.

Chaetonotus larus Fr. Müller 1784 (Taf. XV, Fig. 5).

Chaetonotus larus, C. G. Ehrenberg[1]; 1838, Nr. 1, p. 390, Taf. XLIII, Fig. IV.

Chaetonotus larus, F. Dujardin[2]; 1841, Nr. 3, p. 570, Taf. XVIII, Fig. 7, I.

Chaetonotus larus, P. H. Gosse[3]; 1851, Nr. 6, p. 198.

Chaetonotus larus, M. Perty[4]; 1852, Nr. 7, p. 47.

Chaetonotus larus, M. Schultze[5]; 1853, Nr. 9, p. 246, 247.

Chaetonotus larus, J. F. Weisse[6]; 1854 und 1863, Nr. 9a, p. 380; Nr. 9b, p. 244.

Chaetonotus larus, A. Pritchard[7]; 1861, Nr. 15, p. 662, Taf. XXV, Fig. 357, 358.

Chaetonotus larus, P. H. Gosse[8]; 1864, Nr. 18, p. 393, 394, Taf. I, Fig. 1—3.

Chaetonotus maximus, larus, brevis, E. Metschnikoff[9]; 1865, Nr. 19, p. 451.

Ichthydium larus, H. Ludwig[10]; 1875, Nr. 23, p. 194—214, Taf. XIV, Fig. 6—29.

Chaetonotus larus, O. A. Grimm[11]; 1877, Nr. 24a, p. 115.

Ichthydium larus, H. Ludwig[12]; 1886, Nr. 32, p. 821.

1) »Corpore elongato, sub apice turgido, obtuse triangulo leviter constricto, dorsi setis posterioribus longioribus. Aufenthalt: Danzig?, Kopenhagen!, Straßburg?, Linz?, Landshut!, Berlin!. Dieses häufige, und über Europa weit verbreitete Thierchen ist wahrscheinlich von früheren Beobachtern mit *Ichthydium* verwechselt worden, da die Borsten bei geringen Vergrößerungen nicht erkannt werden.« Es folgt eine geschichtliche Darlegung über die Angaben der Autoren vor Ehrenberg, welche daselbst nachgelesen werden mag. Sodann fährt der Autor fort: »Das Thierchen lebt im freien schlammigen Gewässer der Gräben, kriecht beweglich, schwimmt selten, kann aber seine Borsten spreitzen und anlegen. Ich sah es 1826, 1827, 1828, 1830, 1831 im Sommer, am 23. Juni 1832 und 1. Juni 1837 bei Berlin, auch 1830 schon Indigo aufnehmen. Ich habe immer nur ein entwickelt großes Ei gesehen und eiertragende Individuen waren nach hinten dicker, eierlose hatten den Kopf dicker als den Leib. Das Ei hatte etwa $^1/_3$ der ganzen Körperlänge. Den Mund schien mir eine Röhre von acht Zähnchen auszukleiden. Pankreatische Drüsen blieben unklar. Die in Längsreihen angeordnete Behaarung störte die Durchsichtigkeit. Größe $^1/_{60}$—$^1/_{18}$ Linie beobachtet.«

2) »Corps allongé, renflé au milieu, un peu étranglé, en manière de cou audessous du quart antérieur qui est arrondi comme une tête, long de 0,10 à, 0,11; hérissé en dessus de longs cils non vibratiles. J'ai observé fréquemment cet animal dans les vases où je conservais depuis plusieurs mois ou même depuis plusieurs années de l'eau de Seine ou de l'eau de marais avec des herbes aquatiques. Quand on le voit de profil, on reconnaît bien que son dos est couvert d'aspérités entre lesquelles sortent de longs cils droits. M. Ehrenberg caractérise cette espèce par la plus grand longueur de ses soies dorsales postérieures; il lui attribue un oeuf aussi long que le tiers du corps.«

3) Wird nur der Name angeführt.

4) »Gemein in Sumpfwässern. Bern, Januar bis September; Solothurn, Juli; Leukerbad, August; Handeck, August; Monte Bigorio bei Lugano, August; Torfmoor von Gonten in Appenzell, August. In einem Feuerteich bei St. Gallen unter Lemna, August; Zürich im See, August (auch bei München, März, Juni 1830 beobachtet). Die Behaarung wechselt ungemein, bald ist er sehr zottig, zugleich mit gewaltigen Zangen versehen, bald wieder fast glatt mit kleineren Zangen, dann sehr ähnlich dem *Ichthydium podura*. Es frägt sich noch, ob nicht *Chaet. maximus*, *larus* und *brevis* nur verschiedene Entwicklungsstufen seien.«

5) »Ehrenberg beschrieb den *Chaetonotus maximus* zuerst als besondere Species. Ob dieselbe mit *Chaet. larus* zusammenzufassen, wie man vermuthen dürfte und Perty es auch als offene Frage ausspricht, kann ich nicht entscheiden, da ich letztere Art nicht ausreichend beobachtet habe.« Anmerk.: »Der wesentlichste Unterschied beider Arten scheint mir in der Größe zu liegen. Doch giebt Ehrenberg als geringste Länge erwachsener Exemplare von *Chaet. maximus* und als höchste für *Chaet. larus* gleichermaßen $^1/_{18}'''$ an.«

6) Das Vorkommen in Petersburg wird konstatirt.

7) Text fast wörtlich nach Ehrenberg übersetzt. Figuren sind nur Kopien der Ehrenberg'schen Fig. IV, 1, 2, Taf. XLIII. Keine eigenen Beobachtungen.

8) »Ist die am häufigsten beobachtete Species aus der ganzen Famile; sehr häufig zwischen Conferven und anderen Wasserpflanzen gefunden. Sie ist im Vergleiche mit anderen von mäßigen Dimensionen, $^1/_{400}$ bis $^1/_{200}$ Zoll lang. Ihr Körper ist nicht ganz viermal so lang als breit; der Kopf ist rundlich oder schwach dreieckig und geht unmerklich in den dicken Hals über, welcher ihn von dem anschwellenden Abdomen trennt. Das Hinterende ist tief gegabelt, die zwei divergirenden Zehen laufen in ein bisweilen stumpfes Ende aus. Ehrenberg unterscheidet diese Art darin, dass die Haare auf dem hinteren Theile des Rückens länger als auf dem vorderen sind. In dieser Unterscheidung stimme ich mit ihm überein; die Species, welche ich gesehen habe, besitzt diesen Charakter scharf, bisweilen außerordentlich ausgedrückt. Es sind wenig solcher langen Haare; sie springen aus dem dichten Fell von kurzen Haaren, welche den ganzen Körper und am dichtesten rückwärts bedecken, hervor. Wahrscheinlich ist es dies, auf was sich Dujardin bezieht, wenn er bemerkt, »wenn wir es im Profil sehen, erkennen wir, dass der Rücken mit Rauhigkeiten bedeckt ist, zwischen welchen die langen geraden Haare hervorspringen« (Hist. natur. p. 570). Niemand hat, so viel ich weiß, einen sonderbaren Umstand bemerkt, dass nämlich die Seiten des Kopfes mit einigen sehr langen feinen Haaren versehen sind, welche seitlich hervorstehen und divergirend sich leicht nach vorwärts krümmen, ähnlich den Schnurrborsten einer Katze. Ich sah dieses Thier sich häufig biegen und plötzlich gerade strecken, die Zehen einander nähern, und zwar von einander unabhängig, mit einer Bewegung, welche von einer gewöhnlichen Cilienbewegung sehr verschieden war. Auf jeder Seite des Kopfes wird ein starker Cilienstrom erzeugt, durch welchen schwimmende Körperchen gegen den Kopf getrieben und dann plötzlich die Hälfte des Körpers abwärts gestoßen werden. Kräftige Cilienströme sind der unteren Fläche des Halses entlang zu sehen. Ich bin nicht oft im Stande gewesen, diese Ströme auf zwei Bänder zurückzuführen, obgleich die letzteren gelegentlich nahe bis zum Grunde der hinteren Spalte und dann plötzlich sich aufwärts wendend und die Seiten entlang vorwärts laufend aufgefunden werden. Der Mund erscheint mir oval, klein, leicht vorstreckbar; Ehrenberg beschreibt ihn als eine mit acht Zähnen versehene Röhre. Er führt in einen Pharynx von sehr dicken durchsichtigen Wänden und einer sehr

engen Durchbohrung, welcher in $^1/_3$ der Totallänge des Thieres in einen geraden Darm von gleichem Durchmesser wie der Pharynx führt. Dieser ist, wie ich gesehen habe, im Allgemeinen farblos, mit unregelmäßigen klaren Massen angefüllt und endet beträchtlich über der Schwanzgabel an einer gekrümmten queren Linie. Diese Linie ist zweifellos die Außenlinie des geschwollenen krummen Rückens und bezeichnet die Stelle der Kloake, welche, wie häufig der Fall, nur im Augenblick der Funktion sichtbar ist.« »Ich habe das Reproduktionssystem im unthätigen Zustande gesehen, nur als helles, lichtbrechendes Organ von großem Umfange und unregelmäßiger Form, welches in der Abdominalhöhle lag und sich gelegentlich bis zum Halse nach vorn erstreckte. In einem Falle bin ich ziemlich sicher, dass ich in einem Theile seiner Länge ein gewundenes Wassergefäß gesehen habe, welches an einer Seite hinablief (Fig. 3). Die Bewegungen dieses kleinen Thieres sind sanft und voll Anmuth, eine Art Gleiten oder Kriechen über die Wasserpflanzen, selten ein Schwimmen. Einmal sah ich ein Paramaecium ungeschickt an einen ahnungslosen Chaetonotus herankommen, worauf dieser sogleich seine Geschwindigkeit verdoppelte, als ob er erschreckt wäre, bald aber seinen Gleichmuth wiedergewann.«

9) Siehe *Chaet. maximus* 4).

10) »Der Rücken des Thieres ist mit Stacheln besetzt, welche auf dem vorderen Theile der Rückenoberfläche weit kleiner sind als auf dem mittleren und hinteren Theile, woselbst sie eine im Vergleiche zur Größe des Thieres selbst mächtige Entwicklung erreichen.« Die Länge der erwachsenen und geschlechtsreifen Thiere wird mit 0,0937—0,15 mm (incl. Schwanzspitzen) angegeben, die der jüngeren, eben aus dem Eie geschlüpften mit 0,07 mm. Die Rückenstacheln fehlen auf der Bauchseite, auf den Schwanzspitzen und auf der Stirnkappe. Auf dem vorderen Dritttheil des Thieres sind die Rückenstacheln nur ein Viertel so groß, wie am mittleren und hinteren Körperdrittel. Die Stacheln stehen in ungefähr neun alternirenden Längsreihen (Quincunxstellung). Jeder Stachel ist aus einer Basalplatte und einem eigentlichen Stachel zusammengesetzt. Die Basalplatte ist vorn abgerundet und läuft nach hinten in zwei divergirende Fortsätze aus. An den großen Stacheln ist sie 0,008 mm lang. Von ihr erhebt sich mit breiter dreistrahliger Wurzel der eigentliche dreikantige Stachel, welcher nach oben und hinten gekrümmt ist und spitz ausläuft. Die längsten Stacheln maßen 0,017 mm; Schwankungen bis zu 0,01 mm kommen vor. Die vorderen kleineren Stacheln stehen dichter. In jeder Längsreihe sind neun kleine vordere und sechs bis sieben große hintere Stacheln. Die Cilienbänder werden von Ludwig als in der Vierzahl vorhanden geschildert. Am hinteren Theile der Bauchfläche werden einige wenige kleine Borsten beschrieben. Der Basaltheil des Schwanzes ist 0,006 mm, der Endtheil 0,0096 bis 0,0112 mm. Der Endtheil ist leicht gebogen, schlank cylindrisch, an beiden Enden etwas angeschwollen, und quer abgestutzt. Auf jeder Kopfseite stehen zwei Büschel von Haaren, vielleicht Tasthaare, von welchen das eine in der Höhe des oberen Randes der Stirnkappe über dem Munde, das andere darunter und etwas nach hinten gerückt ist. Der Mundring hat einen Besatz von vertikalen Leisten.« Im systematischen Theile heißt es: »*Ichthydium larus* O. Fr. Müller = *Chaetonotus larus* Ehrenberg. Die hinteren Rückenstachel größer als die vorderen, aus einer nach hinten gegabelten Basalplatte und einem dreikantigen Stachel bestehend. Größe der Thiere 0,09—0,15 mm.«

11) Das Vorkommen in Libau wird konstatirt.

12) »*Ichth. larus* Müll. (Fig. 777), die hinteren Rückenstachel größer als die vorderen, sämmtliche sind dreikantig und ohne Nebenspitzen. Länge 0,09—0,15 mm. Häufig. Das abgelegte längliche Winterei ist 0,043 mm lang.

Die Speciesbeschreibung Ehrenberg's verursachte den späteren Zoologen große Schwierigkeiten für die Wiedererkennung. Es ist zweifellos, dass Ehrenberg verschiedene Formen, deren Haare hinten länger erschienen, ohne weitere Unterscheidung hierher bezog. Wir kennen wenigstens jetzt außer *Chaet. larus* noch *Chaet. spinifer* Stokes, *Chaet. macrochaetus* mihi, *hystrix* Metschn., bei welcher die hinteren Rückenstacheln bedeutend länger sind, als die vorderen, und deren Körperlängen innerhalb der von Ehrenberg für *larus* angegebenen Dimensionen 0,03638—0,1213 mm liegen. Auch Gosse dürfte diese jetzt leicht zu unterscheidende und die langstacheligen Formen Stokes' unter dem Namen *larus* zusammengefasst haben, wenigstens drängt sich uns dieser Gedanke unwillkürlich auf, wenn man seine Beschreibung der Rückenstacheln liest. Perty, der bald zottige Thiere mit großen Zangen, bald fast glatte mit kleineren Zangen beobachtete, kam desshalb auf die Vermuthung, alle drei Ehrenberg'schen *Chaetonotus*-Arten als verschiedene Entwicklungsstufen einer Form ansehen zu dürfen. Die gleiche Unsicherheit bezüglich der Speciesbestimmung befiel M. Schultze und E. Metschnikoff. Letzterer erklärte kurzweg alle drei Formen für identisch und fasste sie unter dem Namen *larus* zusammen. Erst Ludwig löste die Verwirrung, da er eine Form gefunden hatte, auf welche am besten von allen diesbezüglich in Frage kommenden Thieren die Ehrenberg'sche Diagnose passt. Zugleich gab er zuerst von Allen, welche *Chaet. larus* gesehen haben wollten, eine so genaue Beschreibung desselben, dass wir ihm für die an Stelle eines Sammelraumes für ungenügend bestimmte Chaetonotusarten gesetzte wohl umgrenzte Speciesdiagnose zu Dank verpflichtet sein müssen. Leider wurde dieselbe von den beiden amerikanischen Naturhistorikern Fernald und Stokes, welche beide Ludwig's Arbeit kannten und citirten, übersehen oder flüchtig gelesen, so dass beide von *larus* grundverschiedene kurzstachelige Thiere als *Chaet. larus* ausgaben. Die Länge von 0,0937—0,15 mm nach Ludwig lässt sich mit den Angaben Ehrenberg's vereinen; mit ihr stimmen auch die Maße Gosse's und Dujardin's überein. Gosse bezeichnet die Länge des Körpers mit 0,0635—0127 mm, Dujardin mit 0,1—0,11 mm. Gosse zeichnet am Vorderende des Thieres ein Netzwerk von sich kreuzenden, regelmäßigen Linien, was sich auf die durch die Schuppen hervorgebrachte Zeichnung zurückführen lässt. Endlich stimmen Ehrenberg's, Gosse's und Ludwig's Angaben über die Kopfform völlig überein. Wenn man aber auch mit Rücksicht auf die verschwommenen Angaben Ehrenberg's von der Kopfform absieht, so bleiben doch genügend Anhaltspunkte übrig, um diese Species hinreichend zu kennzeichnen. Die Vermuthung, dass diese Form vielleicht eben so wie alle übrigen bis nun bekannten Species mit besonders verlängerten hinteren Stacheln eine Nebenspitze an jedem Stachel trüge, glaube ich nicht hegen zu dürfen, da Ludwig in Fig. 12 und 13 einen Stachel in so bedeutender Vergrößerung abbildete, dass ihm eine Nebenspitze unmöglich entgangen sein könnte; auch wird von ihm im Texte nie einer solchen Erwähnung gethan.

Diagnose: Rücken- und Seitenfläche mit einfachen dreikantigen Stacheln bedeckt, welche auf dem vorderen Dritttheil nur $^1/_4$ so groß sind als auf dem mittleren und hinteren Körperdrittel und welche am vorderen Drittel in neun, am mittleren und hinteren Drittel des Körpers in sieben Längsreihen stehen. In jeder Längsreihe 15 bis 16 Stacheln, davon sechs bis sieben große. Größte Stacheln 0,010—0,017 mm lang. Schuppen der größten Stacheln 0,008 mm lang, hinten tief parabolisch ausgeschnitten, vorn abgerundet. Der Stachel entspringt am Hinterrande der Schuppe. Kopf schwach rundlich dreieckig angeschwollen. Hals wenig eingeschnürt. Zwischen den Flimmerbändern an der Bauchseite nur in der Umgebung des Afters und auf dem »Basalstück« der Schwanzspitzen einige kleine Borsten. Mundröhre längsgerippt.

Länge 0,09—0,15 mm.

Habitat: In Deutschland, England, Schweiz überall häufig zwischen Wasserpflanzen; Frankreich: in der Seine und in Sumpfwasser; Dänemark: Kopenhagen.

Chaetonotus spinifer A. C. Stokes 1887 (Taf. XV, Fig. 23 *a*—*e*).

Chaetonotus spinifer, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 562, 563, Taf. II, Fig. 23—27.

---

[1] »Parmi les Lemma et les Riccia d'un marais peu profond, j'ai trouvé plusieurs spécimens d'un *Chaetonotus* bien armé, mesurant environ $^1/_{130}$ de pouce de longueur et ayant les surfaces latérales et dorsale couvertes d'écailles arrondies et imbriquées dont le bord libre était dirigé en avant comme chez les *Chaet. loricatus* et *Chaet. rhomboides*. Sur chaque écaille s'élève une forte épine recourbée dont l'extrémité distale est finement et inégalement fourchue, la base élargie et épaissie. Cette disposition est représentée dans la Fig. 27 (Pl. II). Les épines ne partent pas du centre des écailles, mais du voisinage de la partie postérieure et entre les bords des écailles contigues de chaque côté. La bifuration, ici comme sur l'autres appendices de ce genre, peutêtre décrite comme un petit éperon ajouté à l'épine courbe simple. Elle peut facilement passer inaperçue. Les épines sont plus grandes et plus fortes dans le dos, décroissant graduellement sur le cou et la tête, et rapidement sur les parties postérieures tandis qu'en travers de la surface dorsale, immédiatement au dessous de la fourche caudale, est une série supplémentaire de quatre

piquants plus longs et plus forts que tous ceux des autres parties du corps. L'anneau oral est fortement perlé. Les cils adoraux externes forment une touffe, continuée de chaque côté sur la surface ventrale par une série de cils comme disséminés. L'espace entre les bandes ciliaires ventrales est lisse et nu, excepté près de l'extrémité postérieure où sont cinq soies disposées comme le montre la Fig. 23 (Pl. II), les deux dernières (postérieures) étant obscurément fourchues; les autres sont simples. L'oesophage présente, sur la partie postérieure de deux des bords internes, un épaisissement formant comme deux accolades opposées (Fig. 24) dont les pointes centrales sont longues, acuminées, atteignant presque la paroi externe, tandis que les extrémités postérieures s'allongent en se recourbant en dehors pour atteindre aussi la paroi. Ces épaisissements ne sont visibles que quand l'animal est vu par le dos ou par le ventre. Les oeufs varient un peu pour la taille et beaucoup pour l'ornementation. Il y en a trois modèles. Dans l'un, le côté et les extrémités portent des prolongements courts, forts et creux, dont les bouts sont tronqués et divisés en quatre ou cinq pointes quand on les regarde par le dessus (Fig. 25). Les oeufs ainsi armés mesuraient $^1/_{345}$ de pouce de long. Dans un autre, les appendices sont des epines longues, coniques et creuses dont l'extrémité distale est tri ou quadrifide, à branches paraissent très fines et délicates quand on les voit de profil, mais vues de dessus s'effilant à leur bout et se terminant en une bifurcation très écartée (Fig. 26). Ces oeufs mesuraient $^1/_{360}$ de pouce de long. Dans le troisième modèle, un côté et les extrémités de la membrane étaient couvert d'un réseau irrégulier de lignes saillantes dont les mailles avaient quatre, quelquefois cinq angles, tandis que le côté opposé de l'oeuf était couvert de rugosités formées par de fines lignes un peu sinueuses. — Ces oeufs avaient $^1/_{320}$ de pouce de longueur.«

Diagnose: Rücken und Seiten mit abgerundeten Schuppen bedeckt; die starken, gekrümmten, am Ende ungleich gegabelten Stacheln erheben sich nicht im Centrum der Schuppen, sondern weiter hinten, zwischen den benachbarten Schuppen. Stacheln am Rücken am größten, nach vorn und hinten an Länge abnehmend, nach hinten rasch kleiner werdend; unmittelbar über der Schwanzgabel eine Reihe von vier Stacheln, stärker und länger als am übrigen Körper. Zwischenraum zwischen den Flimmerbändern nackt, bis auf fünf Borsten am Hinterende, von welchen die zwei hinteren schwach gegabelt sind.

Mundröhre längsgerippt.

Totallänge 0,1956 mm.

Habitat: Nordamerika: Trenton, New Jersey (auf Lemna und Riccia).

Chaetonotus Bogdanovii Schimkewitsch 1886 (Taf. XV, Fig. 6).

Ichthydium Bogdanovii, W. M. Schimkewitsch[1]; 1886, Nr. 31, Sp. 148—150, Fig. 1.

---

[1] »Fundort: Gouvernement Nowgorod, Bezirk Borowitschevsky im See Kontschansky, auf dem Gute der Fürstin Suworowa, unweit des Dorfes Derevkowa.

Diese zu beschreibende Form gehört nach der Klassifikation von Ludwig zur Gattung *Ichthydium* (*Chaetonotus* Ehrb.): Das Ende des Körpers ist gegabelt, mit einfachen, schwanzartigen Anhängen; die Bauchseite besitzt einen flimmernden in Längsreihen angeordneten Haarbesatz, die Rückenoberfläche ist mit Stacheln bedeckt, am Kopfe befinden sich Tasthaare. Die Merkmale der Art *Ichth. Bogdanovii* sind (Fig. 1): Rückenstacheln von gleicher Größe, in Längsreihen angeordnet, die Stacheln sind ohne Basalplatte und nach rückwärts gekrümmt, am Rücken finden sich sechs Paare borstenförmiger Anhänge, der Mund befindet sich am vorderen Körperende, ein Paar Büschel von Tasthaaren ist vorhanden. Das eigentliche Merkmal für die zu beschreibende Art ist die Anwesenheit von Borsten am Rücken. Zwei Paare dieser Anhänge sind am Halstheile angeordnet, ein Paar an der Grenze des zweiten und letzten Drittels des Körpers und drei Paare am hinteren Theile des Körpers. Von den Halsanhängen ist der hintere kleiner und sitzt höher (näher der Medianlinie), von den hinteren Anhängen ist der vordere größer und sitzt tiefer (mehr an der Seite herab), die zwei übrigen sind von gleicher Größe und sitzen in einer Linie. Der Mund ist am Vorderende und am Grunde einer nicht sehr großen Höhlung gelagert, welche vor dem Munde liegt. Bei der Bewegung ist das vordere Drittel des Körpers immer aufwärts aufgehoben. Am Rücken des hinteren Drittels des Körpers ist eine pulsirende Blase deutlich zu bemerken. Das Vorhandensein der pulsirenden Blase, welches bisher bei *Gastrotricha* nicht bemerkt wurde, verändert ein wenig die Ansicht über den Bau des Exkretionsorgans. Augenscheinlich beschreibt Bütschli ganz irrigerweise, dass die ausführenden Kanäle der Exkretionsorgane sich nach dem vorderen Körpertheile richteten, wo sie nach seiner Meinung sich öffneten. Eine pulsirende Blase habe ich auch bei einer anderen Art beobachtet, welche wahrscheinlich mit *Ichth. larus* identisch ist. Es ist klar, dass die Öffnung dieser pulsirenden Vacuole nur im rückwärtigen Theile liegen kann und wahrscheinlich über dem Anus zu finden ist;« folgt eine im allgemeinen Theile im Auszuge mitgetheilte Besprechung der systematischen Stellung.

Zu bemerken ist, dass diese Species gewiss keine pulsirende Vacuole besitzt, sondern diese Angabe auf ungenügende Beobachtung zurückzuführen ist. Schon ein Blick auf die Zeichnung beweist uns, dass der Autor kein dem Wassergefäßsystem angehöriges Gebilde vor sich hatte, sondern den großen Zellenkern eines bereits am Rücken angelangten großen Eies für eine kontraktile Vacuole ansah. Ein solches Gebilde konnte er natürlich an jedem anderen geschlechtsreifen Gastrotrichen ebenfalls finden. Wieso Schimkewitsch dieser »Blase« Kontraktilität zuschreibt ist auch unschwer zu erklären. Wie schon Ludwig (s. Anatom. Theil, p. 280, Reifen der Eier) beschrieb, ist der wasserklare Eikern sehr zartwandig und verändert leicht passiv seine Form, indem er jedem Drucke sofort nachgiebt, dann aber wieder die alte Gestalt annimmt. Darauf ist die »Kontraktilität« dieses Gebildes zurückzuführen.

Diagnose: Rückenstacheln kurz, von gleicher Größe; am Rücken sechs Paare von längeren borstenförmigen Anhängen, davon zwei Paare am Halse, von denen das hintere kleinere näher der Medianlinie steht, ein Paar an der Grenze des zweiten und letzten Drittels des Körpers, drei Paare am Hinterende, von denen die zwei hinteren kleiner sind und näher der Medianlinie stehen. Bei der Bewegung ist das vordere Körperende immer emporgehoben.

Längenangabe fehlt.

Habitat: Russland: Gouvernem. Nowgorod, im See Kontschansky.

Chaetura[1] Metschnikoff 1864.

Schwanzgabel dichotomisch, Körper mit Stacheln versehen. Haut gewulstet.

Chaetura capricornia Metschnikoff 1864 (Taf. XV, Fig. 22).

Chaetura capricornia, E. Metschnikoff 1); 1864, Nr. 19, p. 452, Taf. XXV, Fig. 2, 3.

Chaetura capricornia, H. Ludwig 2); 1875, Nr. 23, p. 220.

1) »Außer den eben hervorgehobenen Formen habe ich noch zwei, die ich für Repräsentanten zweier besonderer Gattungen halte, beobachtet. Die eine von diesen ist langgestreckt und nicht flaschenförmig wie *Chaetonotus, Ichthydium* und meine andere neue Gattung; ihr Kopf ist selbst etwas breiter als der übrige Körper (Taf. XXXV, Fig. 2); der Rücken ist mit einigen hinter einander stehenden Erhebungen versehen, die Bauchseite ist mit einem Überzug von Flimmerhaaren bedeckt; auf dem Rücken des Schwanzendes befindet sich eine Reihe von starken gekrümmten Borsten (Fig. 2, 3 *c*). Am Hinterende sind zwei dichotomische Furcalanhänge vorhanden, die für das Thier sehr charakteristisch sind (Fig. 2, 3). Ich beobachtete im Sommer 1863 während meines Aufenthaltes in meiner Heimat (Charkow) nur ein einziges Exemplar dieser an Größe dem *Chaet. larus* gleichen Form, die ich als *Chaetura* (nov. gen.) *capricornia* (nov. sp.) bezeichne. Sie wurde in einem Sumpfe aufgefunden.«

2) Giebt eine kurze Charakteristik nach Metschnikoff's Angaben.

Diagnose: Kopf breiter als der übrige Körper; Rücken mit einigen hinter einander stehenden Erhebungen versehen; über dem Schwanze eine Querreihe von starken gekrümmten Stacheln.

Genaue Längenangabe fehlt.

Habitat: Russland: Charkow, Sumpfwasser.

II. Unterordnung: Apodina. Ohne Gabelschwanz, Hinterende entweder einfach abgerundet, oder gelappt und dann mit Haarbüscheln versehen.

---

[1] Dieser Genusname ist übrigens schon 1825 von Stephens in seiner General Zoology für eine Gattung aus der Familie der Hirundinidae verwendet worden.

Genus Dasydytes Gosse 1851.

Dasydytes, P. H. Gosse[1]; 1851, Nr. 6, p. 198.
Dasydytes, A. Pritchard[2]; 1861, Nr. 15, p. 661.
Dasydytes, P. H. Gosse[3]; 1864, Nr. 18, p. 399.
Cephalidium, E. Metschnikoff[4]; 1864, Nr. 19, p. 452.
Cephalidium, H. Ludwig[5]; 1875, Nr. 23, p. 220.
Dasydytes, H. Ludwig[6]; 1875, Nr. 23, p. 221.
Dasydytes, A. C. Stokes[7]; 1888, Nr. 35, p. 20.

1) »Eyes absent; body furnished with bristle-like hair; tail simple, truncate.«

2) Nur eine Wiederholung der Diagnose Gosse's 1).

3) »Kopf deutlich; Hinterende außerordentlich einfach, abgestutzt; Körper mit Haaren versehen.«

4) Giebt keine eigene Genusdiagnose.

5) *Cephalidium* Metschn.: Rückenstachel vorhanden, Kopfende ringsum bewimpert, eben so die ganze Bauchfläche. Schwanzspitzen fehlen. Tasthaare fehlen.«

6) »Rückenstacheln vorhanden. Schwanzende einfach abgestumpft ohne Schwanzspitzen.«

7) Übersetzung der unter 1) gegebenen Diagnose und die Behauptung, dass seit 1851 keine Beobachtung noch Zeichnung eines Dasydytes gegeben worden sei.

Es würde sich hier nur darum handeln, die Synonymität zwischen *Dasydytes* und *Cephalidium* zu beleuchten. Dass Metschnikoff nichts von Gosse's Arbeit aus dem Jahre 1851 wusste, ersieht man aus seinen Anführungen; auch konnte ihm die fast gleichzeitig erschienene zweite Publikation Gosse's bei Abfassung seines Manuskriptes nicht wohl bekannt gewesen sein, daher wir die Aufstellung des Genus *Cephalidium* begreiflich finden. Dasselbe hat jedoch zu entfallen, da Gosse's Genus das ältere ist. Stokes und Ludwig war nur die erste Arbeit von Gosse bekannt. Unrichtig ist daher die Behauptung Stokes', dass seit 1851 bis zu seiner Entdeckung des *Das. saltitans* keinerlei Beobachtungen und Zeichnungen über *Dasydytes* veröffentlicht worden seien, da inzwischen Gosse und Metschnikoff drei Species dieser Gattung genau beschrieben. Der Hauptcharakter, welcher in dem deutlich abgesetzten Kopfe, dem einfachen Hinterende und der Bewaffnung mit Borsten besteht, trifft für *Dasydytes* und *Cephalidium* zu. Dass bei *Cephalidium* der Kopf ganz bewimpert ist, kann eben so wenig, wie z. B. der doppelte Cilienkranz bei *Dasydytes saltitans* als Genus- sondern nur als Artcharakter gelten. Die von Ludwig in die Genusdiagnose aufgenommene Angabe Metschnikoff's von der ganz bewimperten Bauchfläche wird sich als ein Beobachtungsfehler herausstellen, wenigstens hat *Dasydytes saltitans* zwei Cilienbänder. Wir werden für *Dasydytes* folgende Diagnose aufstellen: Mit Borsten versehen; Kopf deutlich abgesetzt, ohne Tentakel; Hinterende abgerundet, ohne Schwanzgabel (drei Species).

Bestimmungstabelle für Dasydytes

- Borsten lang, gleichmäßig gekrümmt
  - Kopf ganz bewimpert D. longisetosum E. Metschnikoff.
  - Kopf mit zwei Ringen von alternirenden schwingenden Cilien . . . . . . D. saltitans.
- Borsten im scharfen Winkel geknickt . . . . D. goniathrix P. H. Gosse.

Dasydytes longisetosum E. Metschnikoff 1864 (Taf. XV, Fig. 21).

Cephalidium longisetosum, E. Metschnikoff[1]; 1864, Nr. 19, p. 452, Taf. XXXV, Fig. 4.

Cephalidium longisetum*, H. Ludwig[2]; 1875, Nr. 23, p. 221.

1) »Eine andere zur Familie der Ichthydinen gehörige Form ist mir gleichfalls nach einem einzigen Exemplare bekannt, das ich in Gießen im Herbste des vorigen Jahres beobachtet habe. Diese kleine, 0,08 mm lange Art, die ich *Cephalidium* (nov. gen.) *longisetosum* (nov. sp.) nenne, hat wiederum eine flaschenförmige Gestalt (Taf. XXXV, Fig. 4) und einen abgestutzten breiten Kopf, dessen Vorderende einen abgesonderten Mundapparat trägt und der auf seiner ganzen Oberfläche mit langen Flimmerhaaren versehen ist. Auf den Kopf folgt ein dünner Hals, welcher in den breiten Körper übergeht; dieser ist auf der Rückenfläche mit sehr langen, starken Borsten, auf der Bauchseite mit kleinen Flimmerhaaren besetzt; am Hinterende befinden sich keine Furcalanhänge, aber an den Seiten desselben ist rechts und links eine gerade auf einem Knöpfchen sitzende Borste (Fig. 4 *a*) vorhanden, die offenbar ein Tastorgan darstellt.«

2) »Rückenstachel sehr lang, nur auf dem hinteren Leibesabschnitte; Mundring rüsselartig verlängert; zwei Rückenhaare vorhanden. Größe des Thieres 0,08 mm.«

Zu dieser Species wäre zu bemerken, dass der »gesonderte Mundapparat« wohl nichts Anderes als ein Homologon des bei *Das. saltitans* und bei *Chaet. formosus* vorhandenen Kopfschildes sein dürfte und die Bewimperung der Bauchfläche gleich allen Gastrotrichen in zwei Längsbändern angeordnet sein wird.

Diagnose: Körper mit deutlich abgesetztem Kopf und Hals; Kopf oval, ganz bewimpert, vorn mit einer Platte (Kopfschild) versehen. Rückenfläche der hinteren Halspartie und des Rumpfes mit sehr langen starken Borsten versehen, welche über den Körper hinten hinausragen. Am Hinterende zwei Tastborsten.

Totallänge 0,08 mm.

Habitat: Deutschland: Gießen (Herbst).

* Irrigerweise für »longisetosum«.

Dasydytes saltitans A. C. Stokes 1887 (Taf. XV, Fig. 20).

Dasydytes saltitans, A. C. Stokes[1]; 1887/88, Nr. 35, p. 20—22, 49—50, Taf. I.

1) »Pour la forme, cette espèce présente une lointaine ressemblance avec les *Chaetonotus*, mais en diffère par le corps plus court, la présence d'un cou plus distinctement formé et l'extrémité postérieure non furchue. Le corps, incolore et transparent, est irrégulièrement ovale, et moins de trois fois aussi long que large. Sa structure interne n'est pas très différente de celles des *Chaetonotus*, mais, dans son aspect général, l'animal manque de la forme élégante et des mouvements gracieux de ceux-ci. L'absence du double prolongement caudal, si remarquable dans certains *Chaetonotus*, nuit a la beauté des *Dasydytes* dont l'extrémité postérieure est simplement arrondie ou convexement tronquée; ses mouvements sont beaucoup moins doux, glissants et faciles. L'habitat des deux animaux est le même, le fond des mares peu profondes, bien que, si la surface est couverte de Lemna, l'un et l'autre peuvent sans doute être pris avec ces plantes dont ils visitent la face inférieure pour y chercher leur nourriture, ou dans les nombreuses radicelles des quelles leurs petits corps peuvent rester emmelés. La tête de l'espèce dont je m'occupe, et probablement de toutes, est aplatie et distinctement trilobée, le lobe antérieure étant le plus petit, le moins arrondi et portant sur le bord frontal une plaque incolore, d'apparence chitineuse, ou bouclier céphalique. Les deux surfaces de la tête sont ciliées de cils très longs et fins, disposés en deux séries transversales ou circulaires, ceux du cercle antérieur se recourbant en arrière, tandis que ceux du cercle postérieur se dirigent en avant et sont ordinairement animés d'un mouvement vibratile dans cette direction. Les lobes latéraux de la tête se fondent dans cette partie rétrécie qui forme un cou très net et égale ou excède la longueur de la tête. Le corps est mobile, extrêmement flexible, car le *Dasydytes* se tournent continuellement de côté et d'autre à la recherche de sa nourriture, tantôt se redressant en dessus, tantôt se recourbant vers le ventre. Il ne peut pas tourner sur lui-même, par rotation; autant que j'ai pu le voir, la rotation ne s'accomplit que par une révolution partielle de tout le corps. Le mouvement de flexion cervicale se fait principalement quand le *Dasydytes* se renverse sur le dos, presque toujours en faisant un saut en fléchissant le cou sous le ventre et relevant le reste du corps en avant. Ce fait se produit rarement et cette position n'est gardée que quelques instants, ce qui rend difficile et fatigante l'étude de la surface ventrale, car l'observateur ne peut avoir qu'un aperçu rapide et insuffisant des appendices qu'elle présente. Le corps proprement dit est ovale, la surface dorsale convexe et la surface ventrale aplatie. De chaque côté de la région antérieure, près de la base du cou, de chaque épaule, si je puis ainsi dire, s'élèvent de quatre à six grosses soies dont chacune égale, ou dépasse la longueur totale du corps de l'animal. Ces appendices naissent à des distances égales sur la face inférieure des bords latéraux et se recourbent en dessus sur la région dorsale, le groupe de droite passant par dessus le corps en se dirigeant obliquement en arrière vers le bord gauche, tandis que les soies du groupe de gauche s'étendent de même vers le bord droit, les deux groupes se croixant au dessus de la région postéro-dorsale et se prolongeant considérablement au delá de l'extrémité postérieure arrondie du corps (Pl. I. 1888). Les soies sont très robustes à leur point d'origine, près duquel elles montrent ordinairement une courbure irrégulièrement sigmoïde, puis elles s'amincissent et se courbent, sans former

d'angles abrupts et sans montrer aucun signe de bifurcation, à leur extrémité distale. Elles paraissent s'élever directement sur le corps sans l'intermédiaire de plaque, d'écaille ou d'épaississement cuticulaire quelconque. Le *Dasydyte* peut tout juste séparer les soies d'un groupe de celles de l'autre, mais au delà je n'ai pas observé qu'il puisse les gouverner d'aucune façon. Accidentellement, on les voit étendues irrégulièrement sur les côtés du corps de l'animal donnant à celui-ci un aspect en désordre et comme échevelé, mais, s'il y a là un effet de la volonté de l'animal, ou non, je n'en sais rien. — A quoi ces soies peuvent servir, on ne le voit pas. Elles sont probablement tactiles et peut-être protectrices. Sans elles, la surface dorsale serait tout à fait nue, sauf qu'elle port deux poils tactiles fins, presque verticaux, sur la région postérieure, poils dont chacun nait sur une petite papille placée prés des bords latéraux. — La face ventrale est ordinairement, et obstinément, tenue en contact avec les objets submergés, ou, au moins, tournée vers la surface sur laquelle nage l'animal.« »*Dasydytes* n'a que $^1/_{300}$ de pouce de longueur.« »Les cils ventraux sont longs, fins, et comparativement peu nombreux. Ils sont disposés en deux bandes longitudinales près des bords latéraux comme dans la plupart des espèces de *Chaetonotus*. La région centrale entre les bandes parait recouverte de soies courtes, fines et non mobiles disposition qu'on retrouve aussi à peu près chez plusieurs formes de *Chaetonotus*. Près du centre de cette région du corps proprement dit de l'animal prennent naissance quatre soies, deux longues et deux courtes, le plus longues dépassant de beaucoup l'animal entier en longueur, et les soies des deux groupes se prolongeant bien au delà du bord postérieur du corps. Elles naissent, comme les appendices dorso-latéraux directement de la surface cuticulaire et ont, vers leur base, une courbure irregulièrement sigmoïde. Ce sont les soies sauteuses dont il a été parlé plus haut et leur courbure basale est la seule inégalité qu'elles présentent, toute la partie qui suit va en s'amincissant graduellement jusqu'au bout. Les mouvements ordinaires du *Dasydytes* quand il nage sont un peu plus rapides que ceux des *Chaetonotus*, mais le premier a de plus le pouvoir de faire des sauts subits sur la côté à l'aide sans doute de ces longues soies ventrales, et de se lancer tout à coup à une distance deux fois plus grande que la longueur de son corps, disparaissant ainsi du champ du microscope. C'est pour cette raison que je l'ai désigné sous le nom de *Dasydytes saltitans* nov. sp. — Ces sauts sont exécutés d'une façon si subite qu'il est impossible de voir par quel mécanisme. Ils sont probablement produits par la détente de ces quatre soies, se mouvant ensemble ou séparément, le saut résultant du recul et de la réaction de l'eau. L'ouverture orale est presqu'apicale. Elle est entourée, d'une élevure annulaire et paraît ciliée reproduisant essentiellement ce qui existe chez les *Chaetonotus*. L'oesophage est presque droit extrêmement musculaire antérieurement lorsqu'il n'est pas en expansion, s'étendant à travers la tête et le cou pour se terminer dans la cavité digestive, laquelle, en forme de large sac, occupe presque tout le corps proprement dit. L'oesophage a aussi un mouvement de happement semblable à ce qui existe dans le même organe chez les *Chaetonotus*. Les aliments sont avalés par succion; des Infusoires relativement grands, et vivants, et des particules organiques sont également acceptés. Quand la particule alimentaire pénètre dans la partie antérieure de l'oesophage, elle est poussée plusieurs fois en avant et repoussée en arrière comme si elle était goûtée avant d'étre admise. Au-dessus et sur les côtés du sac digestif, on voit indistinctement ce que je crois être un ovaire. Je n'ai jamais vu l'oeuf à aucun état de développement ovarien.

Jedenfalls ist diese Species und *Cephalidium longisetosum* Metschn.

sehr nahe verwandt. Kopf und Hals setzen sich bei beiden vom übrigen ovalen Körper ab, und die Anzahl der großen Rückenborsten stimmt ebenfalls überein, eben so besitzen beide ein Kopfschild und am Hinterende Tastborsten. Verschieden sind sie darin, dass bei *Das. longisetosum* der ganze Kopf bewimpert sein soll, während *Das. saltitans* nur zwei Wimperreihen besitzt; auch fehlt *Das. longisetosum* die ventrale Borstenbewaffnung.

Diagnose: Körper mit deutlich abgesetztem Kopf und Hals; Kopf dreilappig, medianer Lappen in eine Platte (Kopfschild) auslaufend. Zwei Ringe von alternirend gestellten schwingenden Cilien umsäumen den Kopf, die nach hinten gerichteten dieser Cilien reichen bis über den Hals, die nach vorn gerichteten sind bedeutend kürzer. Vier oder sechs starke Borsten entspringen ohne Schuppen von der Grenze zwischen Hals und Rumpf, laufen schief über den Rücken, kreuzen die der anderen Seite am Hinterende und reichen noch bedeutend über den Körper hinaus. In der Mitte der Ventralseite entspringen jederseits zwei Borsten, eine lange krumme, und eine gerade kurze, ebenfalls ohne Schuppen, und reichen weit über das Hinterende hinaus. Zwischenraum zwischen den ventralen Cilienstreifen mit Borsten versehen.

Totallänge 0,0847 mm. Bewegung schwimmend und springend.

Habitat: Nordamerika, Vereinigte Staaten: Trenton (New Jersey).

Dasydytes goniathrix P. H. Gosse 1851 (Taf. XV, Fig. 8).

Dasydytes goniathrix, P. H. Gosse[1]; 1851, Nr. 6, p. 198.

Dasydytes goniathrix, Pritchard[2]; 1861, Nr. 15, p. 661.

Dasydytes goniathrix, P. H. Gosse[3]; 1864, Nr. 18, p. 400, 401, Taf. II, Fig. 9—12.

Dasydytes goniathrix, H. Ludwig[4]; 1875, Nr. 23, p. 221.

Dasydytes goniathrix, A. C. Stokes[5]; 1888, Nr. 35, p. 20.

---

[1] »Hairs long, each hair bent with an abrupt angle: neck constricted. Lenght $^1/_{146}$ th. inch. Leamington.«

[2] Wörtliche Wiedergabe von 1) ohne eigene Beobachtung.

[3] »Haare lang, jedes in einem scharfen Winkel abgebogen; Hals sehr stark eingezogen. Diese sehr interessante Form wurde aus einem Teiche bei Leamington im Juli des verflossenen Jahres (1863) erhalten. Die Länge des Körpers beträgt $^1/_{150}$ Zoll; gemessen bis zu den Spitzen der Haare $^1/_{110}$ Zoll. Der Kopf ist fast kreisrund, so breit wie der Körper, ohne Lappen und ist von dem schlanken Halse

scharf gesondert. Der Mund hat die Gestalt einer konstant vorgestreckten abgestutzten Lippe oder Röhre. Der Körper ist ziemlich schlank, nach hinten verbreitert und läuft in ein abgerundetes oder abgestutztes Ende ohne Spur eines Gabelfußes aus. Einen sehr eigenthümlichen und sonderbaren Charakter besitzt das Thier in seinen sehr langen Borsten, welche an jeder Seite des Rückens sich erheben und schief nach rückwärts zielen; sie fehlen augenscheinlich längs der Medianlinie, welche sich in einem Kiele erhebt. Jede Borste ist nahe an ihrer Spitze in einem scharfen Winkel abgebogen (s. Fig. 12), so dass es aussieht, als ob sie abgebrochen und wieder angeleimt worden wäre. Der vordere Theil des Kopfes ist mit langen, nicht geknieten zarten Haaren versehen, welche zwei nach rückwärts gerichtete Pinsel bilden, einen an jeder Seite. Gleich wie bei den echten Räderthieren werden starke und sichtbare Wirbelströme an jeder Seite des Kopfes erzeugt (Fig. 9); an einem Exemplare sah ich deutlich, dass sie durch die Haarpinsel am Kopfe erzeugt waren und dass dies sehr lange schwingende Cilien waren. Die ventrale Fläche ist mit sehr kurzen feinen Haaren besetzt, welche hinten länger werden (Fig. 10), zweifellos Cilien von ungewöhnlicher Entwicklung, durch welche starke, der Länge nach rückwärts laufende Ströme, als Fortsetzung der Kopfwirbel erzeugt werden. Die Röhre des Ösophagus ist immer deutlich, doch sind seine Wände nur zu sehen, wenn das Thier breitgedrückt ist; dann sieht man, dass er spindelförmig ist, sich durch ein Dritttheil des Körpers ausdehnt, wo seine Röhre in den weiten cylindrischen Darm einmündet, welcher ein breit abgestutztes Vorderende besitzt. Ein kurzes Stück des letzteren ist hell, während das übrige von dunkler, granulirter Nahrung eingenommen ist; möglicherweise ist es eine pankreatische Drüse von abnormer Form, da sie den hinteren Theil des Ösophagus umfasst oder anders gesagt von einer einfachen Röhre durchbohrt ist (Fig. 9). In einem Exemplar war dieser Theil sehr dunkel, während der Darm granulirt war. Die Kloakenöffnung scheint am wirklichen Ende des Körpers zu liegen, da vor dieser Stelle weder das Ende des Darmes noch eine Verminderung seines Durchmessers zu erkennen war. Zu wiederholten Malen habe ich den Akt der Fäcesentleerung gesehen, einmal wo ein ovaler klarer Körper ausgeworfen wurde, welcher, ehe er dem Körperende nahe lag, mich sehr in Verlegenheit brachte; es war wahrscheinlich eine unverdaute Hülle eines kleinen Thierchens, welches verschlungen worden war. In einem Exemplar nahm ein großer, sehr heller Eingeweidekörper von unregelmäßiger Form den größten Theil des Körpers ein und zwar über dem Darm, wo er den Rücken zu einem Höcker erweiterte. Nach einigen Stunden entwickelte dieses Organ, welches zuerst strukturlos schien, eine Eizelle mit ihrem Kern, erwies sich also als Ovar. Das ganze Thier ist von einer blassgrauen Farbe; es kriecht nicht wie *Chaetonotus*, sondern es schwimmt gewöhnlich schnell herum, hält sich jedoch nahe dem Grunde des Wassers.«

4) »Rückenstachel lang, scharfwinkelig gebogen. Keine Augen. Thiere 0,17 mm lang.«

5) Übersetzung der Diagnose 1).

Diagnose: Körper schlank, Kopf deutlich vom schlanken Halse abgesetzt, fast kreisrund, so breit als der Körper, ohne Lappen, mit einer vorderen Einziehung. Hals und Rumpf mit langen, in scharfem Winkel abgebrochenen Stacheln besetzt, welche in der gekielten Mittellinie fehlen. Am Kopfe zwei Wimperbüschel.

Totallänge 0,1693 mm.
Habitat: England: Teich bei Leamington (Juli).

Gossea nov. gen.

Diagnose: Am Kopfe Tentakel; Hinterende ohne Schwanzgabel, gelappt, mit Büscheln von starren Haaren versehen (eine Species).

Bei der großen Gleichförmigkeit, welche das Schwanzende im Allgemeinen bei den Gastrotrichen zeigt (wir kennen im Ganzen nur drei Modifikationen), wird man der eigenthümlichen, von *Dasydytes* und den *Euichthydinen* abweichenden, Gestaltung desselben ein größeres Gewicht beilegen müssen. Zudem besitzt diese Form am Kopfe Anhänge, welche bei keiner anderen Gastrotrichenspecies wiederkommen, so dass es gerechtfertigt sein dürfte, diese Form von den übrigen sich durch gemeinsame Merkmale nahestehenden Verwandten abzutrennen und als Repräsentanten eines neuen Genus zu betrachten, wofür ich dem verdienstvollen Gastrotrichenforscher P. H. Gosse zu Ehren den Namen Gossea vorschlage.

Gossea antennigera P. H. Gosse 1851 (Taf. XV, Fig. 7).

Dasydytes antenniger, P. H. Gosse[1]; 1851, Nr. 6, p. 198.

Dasydytes antenniger, Pritchard[2]; 1861, Nr. 15, p. 661.

Dasydytes antenniger, P. H. Gosse[3]; 1864, Nr. 18, p. 401, 402, Taf. II, Fig. 13, 14.

Dasydytes antenniger, Archer[4]; 1873, Dublin Microscopical Club, 26. Juli. Quart. Journ. of m. sc. Bd. XIV. p. 106. 1874.

Dasydytes antenniger, H. Ludwig[5]; 1875, Nr. 23, p. 221.

Dasydytes antenniger, A. C. Stokes[6]; 1888, Nr. 35, p. 20.

1) »Hair short, downy; a pencil of long hairs at each angle of the posterior extremity of the body: head furnished with two club-shaped organs resembling antennae. Length $^1/_{170}$ th inch.«

2) Wiederholung der unter 1) angeführten Diagnose, ohne eigene Beobachtung.

3) »Haare kurz, flaumig; an jeder Ecke des Hinterendes steht ein Pinsel von langen Haaren; Kopf mit zwei keulenförmigen Organen, ähnlich Antennen versehen; gefunden im Pferdeteich von Hampstead Heath im August 1850. Es ist ein wenig kleiner als das vorgehende (*Das. goniathrix*), seine Länge ist nur $^1/_{170}$ Zoll; gemessen jedoch bis zu den Spitzen der Haare $^1/_{140}$ Zoll. In seinen allgemeinen Umrissen und in einigen Besonderheiten der Organisation scheint es von *Chaetonotus* weniger zu differiren, als die vorgehende Species. Der Kopf ist rund, so breit als der Körper, der Hals ist nur wenig eingeschnürt. Die obere Fläche ist mit kurzen, dichten, nach rückwärts gerichteten Haaren bedeckt, welche augenscheinlich in Quincunx gestellt sind. Das Hinterende ist annähernd dreilappig, der mittlere Lappen ist mit einem terminalen Büschel von divergirenden Haaren versehen, die äußeren Lappen

tragen jeder einen Pinsel von viel längeren Haaren, welcher von ihrer äußeren Seite entspringt und sich mit seiner Spitze dem entgegengesetzten Pinsel nähert oder ihn sogar kreuzt (Fig. 14). Von der Spitze des Kopfes entspringt der vorstehende röhrige Mund; an jeder seiner Seiten fallen lange Haare nach rückwärts, wie bei *Das. goniathrix* und verursachen durch ihre Schwingungen einen vollkommenen Wirbel an jeder Seite (Fig. 13), während noch ein accessorischer Strom an den Seiten und wahrscheinlich ganz den Bauch entlang hinabläuft. Der am meisten bemerkenswerthe Charakter dieser Species liegt in der Anwesenheit von ein Paar Antennen oder Tentakeln; sie sind nahezu so lang wie die Breite des Körpers; sie sind leicht gekeult und an jeder Seite des röhrigen Mundes placirt, von wo sie in einer Kurve nach vor- und auswärts springen. Nahe der Mitte des Kopfes ist eine kleine rundliche Masse, dem Anscheine nach etwas geronnen, welche ich für ein Gehirnganglion halte. Ein ungewöhnlich breiter und langer Ösophagus, hinten bauchig und in seiner Mitte von einer Röhre durchbohrt, leitet vom Munde zu dem nahezu cylindrischen Darme. Dieser erweitert sich ein wenig vorn, um das angeschwollene Ende des Ösophagus zu umfassen, und dehnt sich fast bis zum Hinterende aus. Er war mit Nahrung von intensiver einförmig grüner Farbe gefüllt und enthielt viele Luftbläschen, namentlich nahe dem Vorderende. An jeder Seite des vorderen Theiles dieses Organs konnte ich undeutlich einen länglichen schlanken Körper verfolgen, wahrscheinlich ein gewundenes Gefäß, welches an einer Seite mit einem kleinen ovalen hellen Organe zusammenzuhängen schien. Da es bisweilen ganz deutlich war, während ich ein anderes Mal keine Spur davon sehen konnte, dürfte es wahrscheinlich eine kontraktile Blase sein. Die ganze Umrisslinie des Thieres schien einen welligen, gekerbten Charakter, als Anzeichen einer höckerigen Oberfläche, zu besitzen, wie bei *Chaet. Slackiae*, wenn es nicht eine optische Täuschung, durch die Haare hervorgebracht, war. Dies kleine Thier war sehr lebhaft, schwamm mit großer Schnelligkeit und hielt selten still; wenn es in einer Zelle von Wollfasern war, machte es sehr ausdauernde und von Erfolg gekrönte Versuche, die Barriere zu durchbrechen, indem es seinen flachen Kopf unter eine Faser steckte und sich bemühte, bis es den Körper gleichfalls durchzwang.«

4) Archer berichtet, dass er in der Grafschaft Westmeath *Dasydytes antenniger* gefunden habe und sagt: »The creature seemed tu have the power to depress and elevate the antennae.«

5) »Rückenstachel kurz, flaumartig; jederseits am hinteren Körperende ein Büschel langer Haare (Stachel oder Rückenhaare?). Zwei keulenförmige Taster. Keine Augen. Größe des Thieres 0,15 mm.« »Es erscheint wahrscheinlich, dass genauere Angaben, als sie Gosse gegeben, dazu führen werden *Das. antenniger* als Repräsentanten einer neuen Gattung zu betrachten.«

6) Übersetzung der Diagnose 1), ohne eigene Beobachtung.

Diagnose: Kopf und Hals zu einem länglichrunden Stück vereinigt; am Kopfe zwei Büschel von schwingenden Cilien zu Seiten des Mundes. Körper mit kurzen, flaumigen Haaren bedeckt. Hinterende dreilappig mit einem medianen Kamme von kurzen und zwei seitlichen Büscheln von langen Haaren.

Totallänge 0,1494 mm.

Habitat: England: Teich bei Hampstead Heath (August).

Ungenau beschriebene Species:

Chaetonotus jamaicensis C. Schmarda (Taf. XV, Fig. 10).

Ichthydium jamaicense, C. Schmarda[1]; 1861, Nr. 14, II, p. 8, Taf. XVII, Fig. 148 *a*, *b*.

Ichthydium jamaicense, H. Ludwig[2]; 1875, p. 220.

1) »Char.: Corpus oblongo ovale, postice attenuatum, furcatum. Der Körper ist länglich oval, vorn etwas breiter, das hintere verschmächtigte Ende geht in einen kurzen Gabelschwanz aus. Der Rücken ist etwas gewölbt und mit kurzen haarförmigen Borsten besetzt, welche auf kleinen Hervorragungen sitzen. Der Bauch ist flach. Länge des Thieres 0,2 mm. Am vorderen Theile des Bauches, etwas vom Anfange entfernt, ist die Mundöffnung, die in einen einfachen geraden Darm führt, der unter dem Gabelschwanze endet. — Die zwei oben erwähnten drüsigen Organe sind außer allem Zusammenhang mit dem Darme. Im stehenden Wasser in der Nähe von S. Anne in Jamaika.«

2) »Körper nach hinten verschmälert. Die kurzen Rückenstachel stehen auf kleinen Hervorragungen. Größe des Thieres 0,2 mm. Jamaika.«

Diagnose: Kopf breiter als der übrige Körper, unregelmäßig rundlich; Hals nicht unterschieden; Stacheln kurz.

Totallänge 0,2 mm.

Habitat: Jamaika, S. Anne.

Chaetonotus octonarius A. C. Stokes 1887.

Chaetonotus octonarius, A. C. Stokes[1]; 1887, Nr. 35, p. 564, Taf. I, Fig. 4.

1) »C'est une forme petite et active, aisement reconnaissable à sa disposition des épines dorsales recourbées. Elles sont inégalement fourchues et placées sur deux rangées latérales longitudinales de trois épines chaque avec une épine centrale anterieure et une centrale postérieure. Cette espèce ne paraît pas commune, je n'en ai rencontré qu'un exemplaire, que j'ai négligé de mesurer. Elle exige de nouvelles études.«

Von dieser Species haben wir bis jetzt außer der Vertheilung der langen Stacheln, welche ich im Schema Fig. IX beifüge, nichts erfahren; doch scheint mir die Beibehaltung der Species mit Rücksicht auf die sonst nirgends so geartet spärliche Vertheilung der langen Stacheln ganz gut möglich. Die im Original gegebene Abbildung wird durch dieses Schema ersetzt. Um sie in Taf. XV einzusetzen, fehlte die Längenangabe.

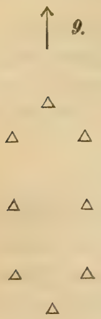


Fig. IX.

Chaetonotus (?) longicaudatus Tatem 1867.

Chaetonotus longicaudatus, F. G. Tatem[1]; Nr. 19a, p. 251, 252, Taf. X, Fig. 1.

[1] »*Chaetonotus longicaudatus* (mihi) is by no means uncommon in some of the ponds in the neighbourhood of Reading, and is altogether an elegant creature in its proportions and movements, and, as seen in the cage, stealing trough the various patches of decaying vegetable matter, on which it feeds, remarkably resembles some of the viverrine animals. The body is smooth, elongated, and but little dilated at the posterior extremity above the foot; the neck encircled by a ruff of reflexed setae; head slightly trifoliate; mouth infundibuliform, sucturiol; oesophagus straight, longitudinally plicate (obvious enough when observed in the act of swallowing comparatively large masses of decaying vegetable matter); stomach on elongated cone, terminating in a short rectum and anus, opening just above and between the toes, which are very long and annulate; rotatory organ circular, abdominal, as in the other species of the genus; length $^1/_{80}$ to $^1/_{100}$. The figure which accompanies this is ⨯ 380″.

Diese Form wage ich nicht nach der ungenügenden Beschreibung Tatem's in das System einzureihen. Auch die von Tatem gegebene Abbildung ist so mangelhaft, dass sie mehr verwirrt als aufklärt; sie ist im nebenstehenden Holzschnitte (Fig. X) getreu wiedergegeben und rechtfertigt meine Kritik, da an ihr die als glatt bezeichnete Haut vielfache Pünktchen zeigt, wie wenn kurze Stachelchen oder kleine Schüppchen daran wären. Wir können nicht entscheiden, ob dieses Thier ein *Ichthydium*, *Chaetonotus* oder ein *Lepidoderma* ist. Der geringelte Fuß erinnert allerdings an *Lep. rhomboides* Stok., aber die eigenthümliche Form des Kopfes mit den zwei Augenflecken mahnt sehr an Rotatorienlarven, der Ösophagus, welcher nicht nematodenartig gebaut ist, weicht ganz und gar vom ausnahmlosen Typus der Gastrotrichen ab, indem er längsgefaltet ist, das »Räderorgan« wird als abdominal und cirkulär beschrieben, was vollends mit den Gastrotrichen nicht übereinstimmt. Bevor der Platz dieses Thierchens im Systeme bestimmt werden kann, ist eine neuerliche genauere Untersuchung nöthig, welche entscheiden wird, ob wir überhaupt eine Gastrotrichenform vor uns haben, und wenn, ob die »reflexed setae« Borsten oder, wie es wahrscheinlicher ist, Wimpern sind, ob diese Wimpern einen geschlossenen Ring bilden, ob dieser Ring vor oder hinter dem Mund vorbeizieht und ob die Zehen thatsächlich geringelt und vielleicht in ihren Ringen beweglich sind. Dieses Thier kann gegebenen Falls ein wichtiges Bindeglied zwischen den Rotatorien

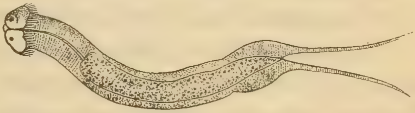


Fig. X.

und Gastrotrichen sein, und andererseits die Euichthydinen mit den Apodinen verbinden. Vielleicht ist einer der britischen Forscher so glücklich, diese höchst interessante Species bei Reading wieder aufzufinden.

Zu bemerken hätte ich, dass der beigegebene Holzschnitt nicht wie die übrigen der Systematik dienenden Abbildungen auf den Tafeln in 525facher Vergrößerung gezeichnet wurde, sondern mit Rücksicht auf den Raum nur in 175facher Vergrößerung. Das Thier würde in 525facher Vergrößerung annähernd in der Länge dem *Lepidoderma rhomboides* (Taf. XV, Fig. 4 *d*) gleich kommen, indem es eine Länge von 0,254 bis 0,317 mm besitzt.

IV. Allgemeiner Theil.

C. G. Ehrenberg (Nr. 1, 1838, p. 384—386) stellt die Gastrotrichen zu den *Holotrocha*, Einräderthieren, zu welchen auch die *Oecistina* gezählt werden; er schreibt ihnen ein echtes Räderorgan in Form eines elliptischen Bandes an der Bauchseite zu. Er hebt hervor, dass seine *Ichthydina* sich durch die Form des Nahrungskanales wie auch durch den Mangel an Zähnen von den übrigen Räderthieren unterscheiden.

S. Kutorga (Nr. 2, 1841) schließt sich ganz an Ehrenberg an.

F. Dujardin (Nr. 3, 1841) schafft p. 565 die provisorische Gruppe der »*Infusoires symmetriques*«, welche verschiedene Typen einschloss, die unter sich ohne Zusammenhang dastehen sollten und von welchen er hofft, dass spätere Untersuchungen ihnen einen passenderen Platz anweisen würden. Die *Ichthydinen* werden p. 568 hierher gestellt, und von den Räderthieren, seinen Systoliden, entfernt, da sie keine Zahnbewaffnung und keine resistente Haut besäßen und ihnen die für die Räderthiere charakteristische Kontraktionsfähigkeit fehle. Auch stellten (p. 569) die Wimpern der ventralen Fläche kein Räderorgan dar.

C. v. Siebold (Nr. 4, 1845) schloss sich Ehrenberg's Anschauungen an; p. 174 finden wir *Ichthydium* und *Chaetonotus* im Vereine mit *Conochilus*, *Oecistes* etc. bei den *Monotrocha*.

Bei J. van der Hoeven [1] finden wir unsere Thiere bei den *Hydatineen* mitten unter den *Rotatorien*.

C. Vogt (Nr. 5, 1851, p. 214) scheidet *Ichthydium* und *Chaetonotus* aus, um sie zu den *Strudelwürmern* zu bringen.

P. H. Gosse (Nr. 6, 1851, p. 198) führt die *Ichthydina* als erste Familie der *Räderthiere* an.

---

[1] J. van der Hoeven, »Handbuch der Zoologie. I. 1850. p. 190. Nach der zweiten holländischen Auflage.

M. Perty (Nr. 7, 1852, p. 47) erklärt die Stellung der *Ichthydina* in der Klasse der Würmer für ungewiss, führt sie aber am Schlusse der *Räderthiere* an.

L. Schmarda (Nr. 8, 1853, p. 744) zählt die *Ichthydina* bei den *Rhabdocoelen* auf.

M. Schultze (Nr. 9, 1853, p. 249—253) bringt sie ebenfalls bei den *Rhabdocoelen* unter und begründet seine Anschauung eingehend. Eine Vereinigung mit den *Rotatorien* sei unmöglich, da das Wimperorgan am Munde, Wassergefäße, Muskeln und Nerven, ein gegliedertes schwanzartiges Ende bei keinem Räderthiere vermisst würden und den *Ichthydinen* fehlten, während diese dagegen eine bewimperte Bauchfläche besäßen. Dessgleichen seien auch die *Nemathelminthen* nicht zu berücksichtigen, da nur der Darm dafür, die Körpergestalt aber, die Bewimperung der Oberhaut, die hermaphroditischen Geschlechtsorgane und die haarförmigen Spermatozoiden dagegen sprächen. Auch die Ringelwürmer, obwohl *Turbanella* in der Wimperung und undeutlichen Gliederung an Entwicklungszustände solcher erinnere, werden bei Seite gelassen, da den übrigen Ichthydinen jede Andeutung einer Ringelung fehle. Mit den *Turbellarien* hätten sie große Ähnlichkeit; der ungegliederte kleine Körper erinnere an kleine Strudelwürmer; sie besäßen, wenn auch nur ventral, Hautwimpern und eine sanft gleitende Bewegung bei Mangel anderer lokomotorischer Organe; Nerven, Muskeln und Gefäße fehlten, wie bei manchen kleinen Rhabdocoelen. Doch vergisst M. Schultze nicht auch trennende Momente anzuführen, wie die konsistentere Haut, die gegen das Körperparenchym scharf abgesetzte Darmhülle, den Cilienreif bei *Turbanella*, die nur theilweise Bewimperung der Haut. Doch passten die Ichthydinen zu den Turbellarien immer noch besser als zu den Ringelwürmern. Da sie jedoch keiner Turbellarienordnung sich einfügen lassen, werden sie im Vereine mit Microstomen und *Dinophilus* vorläufig zu den Arhynchien gestellt. Darin wären die *Ichthydina* als *Monoica*, die übrigen als *Dioica* anzusehen. Sollten bei *Echinoderes* Bauchwimpern gefunden werden, so würde auch diese Form hierher gehören.

R. Leuckart (Nr. 10, 1854, p. 355) führt vorläufig nach dem Vorgange Schultze's die »*Ichthydini*« als Anhangsgruppe der *Turbellarien* an. Die Vermuthung Schultze's, dass *Echinoderes* ebenfalls zu den Ichthydinen gehöre, scheint Leuckart nicht zulässig, da diese Form ohne Spur von Wimpern sei und einen festen Chitinpanzer trage.

M. Perty (Nr. 11, 1854) führt die Klassen Ringelwürmer, Helminthen und Wirbler an. Zu den *Helminthen* stellt er Turbellarien, Trematoden, Cestoiden, *Acanthocephala*, *Nematoidea* und die *Ichthydina*, zu den Wirblern die Rotatorien und Bryozoen.

F. v. Leydig (Nr. 12, 1855, p. 112) äußert sich dahin, dass *Ichthydium* und *Chaetonotus* von den *Rotatorien* ausgeschieden werden müssten, da sie einen ungegliederten Körper und einen nach *Nematoden*-Typus gebildeten Darm besäßen, während das Wimperorgan, Respirationsorgane, Muskeln und Nerven vermisst würden; zudem seien sie hermaphroditisch und besäßen stecknadelförmige Spermatozoen. Später (Nr. 13, 1857, p. 118) nennt er die *Ichthydinen* eine Anhangsgruppe der *Turbellarien*.

L. Schmarda (Nr. 14, 1859, I, 1, p. XIV) meint, dass die Ichthydinen sich am besten an die *Naideen* oder an die *Turbellarien* anschlössen und sagt I, 2, p. 7, wo er sie als eine Abtheilung der Naideen aufführt, dass man sie eben so gut zu den Turbellarien stellen könne, da auch bei diesen, wenigstens in einer Species, Borsten vorkämen.

A. Pritchard (Nr. 15, 1861) hat, ähnlich wie Schmarda, zwei Meinungen; p. 380 werden die *Ichthydina* bei den *Infusorien* behandelt, p. 660 als erste Familie der *Räderthiere* angeführt.

E. Claparède (Nr. 16, 1863) meint, dass die Abwesenheit der Wimpern und die Gliederung des Körpers hinreichende Unterscheidungsmerkmale zwischen *Echinoderen* und *Ichthydinen* seien, um die Nichtvereinigung derselben zu rechtfertigen.

E. Ehlers (Nr. 17, 1864, p. 7) sagt, *Ichthydium* und *Chaetonotus* seien mit Unrecht den *Rotatorien* beigezählt worden; sie stellten nach den Haarborsten bei *Turbanella* und der Organisation des Verdauungstractus zu urtheilen eine kleine gesonderte Wurmabtheilung vor, welche sich am besten den *Nematoden* anschlösse.

P. H. Gosse (Nr. 18, 1864, p. 405, 406) zögert nicht, die *Chaetonotidae* zu den *Rotiferen* zu stellen. Wassergefäße mit der vermeintlichen kontraktilen Blase, Drüsen und die Cilienwirbel seien wie bei den Rotatorien. Da Gosse *Taphrocampa*, welches ein echtes Räderthier ist, zu den *Chaetonotidae* zählt, ist es ihm leicht auch im Gehirne, in den Kiefern, dem Fuße, der Kloake etc. Ähnlichkeiten zu finden. Die langen Tastborsten werden den schwingenden Borsten von *Floscularia* und *Stephanoceros* gleichgestellt und die hakenförmigen Kopfanhänge, die er bei *Chaet. Schultzii* zu sehen glaubte, mit ähnlichen Gebilden, den Stirnhaken, bei *Melicerta* verglichen. Er sieht in dem Cilienringe am Kopfe und in den seitlichen borstentragenden Fortsätzen bei *Turbanella*, sowie in der Form des Kopfes bei *Echinodera* und *Taphrocampa*, in den Terminalbüscheln bei *Gossea antennigera* Anknüpfungspunkte für eine Verwandtschaft mit den *Anneliden* und ist geneigt, die *Chaetonotidae* zwischen

Rotiferen und *Anneliden*, mit einer größeren Annäherung zu den ersteren, zu stellen.

E. Metschnikoff (Nr. 19, 1864, p. 455—458) erklärt sich mit den Einwänden Dujardin's und M. Schultze's gegen die Anschauung Ehrenberg's nicht einverstanden. Gegen Dujardin wendet er ein, dass bei *Albertia crystallina* die Kiefer ebenfalls rückgebildet seien und die Bewegungen einiger *Notommata*-Arten sich gar nicht von denen der *Ichthydinen* unterschieden; auch sei die Behauptung von der Konsistenz der Haut unrichtig. Über Schmarda's Ansicht wird nicht viel gesprochen und auf die Angabe von den Kieferrudimenten bei *Ichth. jamaicense* wegen der Ungenauigkeit der Beschreibung gar kein Gewicht gelegt. M. Schultze wird zu widerlegen versucht, indem auf die dem Räderorgan entsprechenden Kopfwimpern bei *Cephalidium* und auf das andererseits zu einem ventralen Wimpersaum reducirte Räderorgan bei *Diglena forcipata*, *Furcularia* und einigen *Notommata*-Arten hingewiesen wird. Ferner fehlten vielen niederen Rotatorien differenzirte Muskeln und Nerven eben so wie den Ichthydinen und sei auch das Nervensystem noch bei vielen Rotatorien unbekannt; endlich sollten die Wassergefäße bei einigen Rotatorien nur aus der kontraktilen Blase bestehen und bei *Albertia crystallina* gänzlich fehlen. Es wird dann ein eingehender Vergleich zwischen den *Turbellarien* und *Ichthydinen* gezogen. Während bei den Turbellarien der Körper eine typische Abplattung besitze, nie Flaschen- oder Retortenform und nie Furcalanhänge zeige, habe kein *Ichthydium* eine ähnliche Abplattung des Körpers und besäße jedes Flaschen- oder Retortenform und Furcalanhänge. Die Wimperhaare, bei Turbellarien auf einer weichen cuticulalosen Epithelschicht stehend, seien bei den Ichthydinen auf die Bauchfläche beschränkt und stünden mit der Cuticula in Verbindung. Die Ichthydinen besäßen außerdem cuticuläre feste Auswüchse, man könne sie also nicht mit den Turbellarien zusammenstellen. Überhaupt dürfe man der einfachen Organisation der Ichthydinen keinen so großen systematischen Werth beilegen, da man sonst alle mit ähnlichen Mängeln versehene Thiere zusammenfassen oder die Ichthydinen zu den Infusorien stellen müsse. Dessgleichen wendet sich Metschnikoff gegen die von Ehlers angeführte Meinung, und erklärt, dass er in dem Darmapparate der Ichthydinen keine wichtigen Verwandtschaftsbeziehungen zu den Nematoden sehen könne. Muskelwandung am Ösophagus hätten auch Rotatorien und Tardigraden, geraden Darm besäßen eine Menge niederer Thiere. Die übrigen Organisationseigenthümlichkeiten hätten aber nichts Gemeinschaftliches. Metschnikoff tritt nun für die Verwandtschaft mit den *Räderthieren* ein. *Chaetura* habe Ähnlichkeit in der Körperform mit gewissen weichen Räderthieren, z. B. *Notommata tardigrada*, die Furcalanhänge der Ichthydinen seien analog denen der Rotatorien, Räderorgan und Kopfwimperung bei *Cephalidium* seien zu vergleichen, beide Gruppen hätten zweierlei Eier und die Tastorgane am Kopfe der *Ichthydinen* schlössen sich an die gleichen Bildungen der Rotatorien an. Verschiedenheiten zeigten sich in dem Fehlen der Kiefer und in dem Auftreten der Bauchwimpern bei Ichthydinen nebst einigen untergeordneten Verschiedenheiten. Die Ichthydinen seien eine besondere den Räderthieren verwandte Gruppe, die mit *Gastrotricha* zu bezeichnen wären, gegenüber den Räderthieren, welche *Cephalotricha* heißen sollten. Beide Ordnungen wären zu einer Klasse (*Ciliati* Leuckart exclusive *Bryozoa*) zu vereinigen und zu den Würmern zu stellen, mit welchen sie einige Verwandtschaft besäßen, während sie viel entferntere Beziehungen mit den Arthropoden verbänden. P. 461 spricht er die Überzeugung aus, dass *Echinoderes* gewiss keine bemerkenswerthe Verwandtschaft mit den *Ichthydinen* zeige. In seiner Arbeit über *Apsilus*[1] kommt Metschnikoff abermals auf die Verwandtschaft der Räderthiere und Gastrotrichen zu sprechen und erwähnt eine von ihm bei Göttingen gefundene *Notommata*-Species, deren Bauchfläche bis zur Hälfte bewimpert war. In Bezug auf die Bauchwimpern hätten die Gastrotrichen auch mit Annelidenlarven (*Spio*) Ähnlichkeit, dessgleichen wird eine auffallende Verwandtschaft mit *Dinophilus* hervorgehoben.

R. Greeff (Nr. 20, 1869, p. 73) hält mit denselben Gründen wie Leuckart die Vermuthung, dass *Echinoderes* zu den *Ichthydinen* gehörten, für unbegründet.

P. Harting[2] zählt die Gastrotrichen zu den *Coelelmia* (Nematoden und Chaetognathen).

C. Gegenbaur[3] reiht die Ichthydinen den Turbellarien an und hält *Turbanella* und *Echinoderes* für Zwischenformen zwischen den gegliederten und ungegliederten Würmern.

H. A. Pagenstecher (Nr. 22, 1875, p. 122) spricht sich entschieden für eine Verwandtschaft der Echinoderen mit den Rotatorien aus und meint den Hakenkranz der Echinoderen mit dem Radapparat der Räderthiere vergleichen zu können.

H. Ludwig (Nr. 23, 1875, p. 223—225) schließt sich im Allgemeinen Metschnikoff an und führt als weiteres Verwandtschaftsmoment die Klebdrüsen an. Nur bezüglich der Beziehungen zu den *Nematoden* stimmt er Ehlers bei, da die Übereinstimmung zwischen dem Darmtractus der Gastrotrichen und dem der Nematoden eine weit gehende, sich auf Structur des Ösophagus und Chylusdarmes erstreckende sei. Es seien die dreilippige Mundöffnung und das anfänglich dreieckige Lumen des Ösophagus ganz so bei den Nematoden vorhanden. Zudem seien die Darmzellen bei den Rotatorien mit Wimpern versehen, welche bei Gastrotrichen wie Nematoden fehlten; ferner fänden sich Cuticularfortsätze wie bei den Gastrotrichen auch bei freilebenden *Nematoden* in großer Verbreitung, ja sogar die Gabelung des Schwanzendes und der Klebdrüsenapparat fänden sich bei Nematoden wieder, erstere bei den Männchen von *Pseudalius inflexus* Duj. und *Gordius*, letzterer bei *Enoplus* und anderen. Ein gleichzeitiges Auftreten von Klebdrüsen und Gabelschwanz sei allerdings nicht beobachtet. Ein Vorkommen zweierlei Eier fände sich bei *Dermatoxys veligera*. Unterscheidungsmerkmale blieben nur in der Bewimperung des Bauches und des Kopfes sowie in der Ausbildung einer Bauchfläche gegenüber den Nematoden aufrecht. Die *Gastrotricha* seien Bindeglieder zwischen den *Nematoden* und den *Rotatorien*; die Räderthiere hätten sich von den Nematoden abgezweigt und eine eigenartige Ausbildung erfahren und seien im System zuerst die Nematoden und dann die Räderthiere, unter diesen aber in erster Linie die *Gastrotricha* und dann die *Cephalotricha* zu behandeln. In der Vergleichung der Entwicklungsgeschichte der Räderthiere und Nematoden würde der Schlüssel zur sicheren Lösung der Frage liegen.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XVI. p. 354. 1866.

[2] P. Harting, »Leerboek von de grondlegins d. Dierkunde«. 1869/70.

[3] C. Gegenbaur, »Grundzüge der vergleichenden Anatomie«. 2. Aufl. 1870.

O. Bütschli (Nr. 24, 1876, p. 390—411) vereinigt die *Gastrotricha* und *Echinoderen* unter dem Namen *Nematorhyncha* und begründet dies in eingehender Weise. Er wendet sich zunächst gegen Greeff und Leuckart und sucht deren Einwand, dass die Echinoderen keine Wimperung haben daher nicht mit den Ichthydinen zu vergleichen seien, damit zu schlagen, dass er auf die Wichtigkeit der Wimpern bei den Räderthieren hinweist, wo doch einige Formen theils ohne, theils mit reducirter Wimperung aufträten. Sodann geht er zu positiven Gründen über und sagt, dass die Körperform bei beiden Gruppen auffallende Übereinstimmung zeige, namentlich in der Gabelung des Schwanzendes; und wenn auch die Furcalanhänge bei *Echinoderes* nicht beweglich seien, sondern die Form großer Borsten angenommen hätten, so sei doch die Homologie nicht zu bezweifeln, da die Gabelung sich bei *Echinoderes* auch noch auf das eigentliche Schwanzende erstrecke. Der Rüssel von *Echinoderes* wird in rudimentärer Form im Mundringe von *Chaetonotus* mit seinem Kranze gekrümmter Borsten wiedergesehen und als eine mächtige ausstülpbare Mundhöhle betrachtet, deren eigentliche Wände durch das mit chitinigen Längsleisten versehene zweite Segment, welches dem längsgerippten Mundring entspräche, vorgestellt würde.

Die Borsten der Echinoderen seien in Bau und Richtung nicht von denen der Gastrotrichen zu unterscheiden. Die sogenannten Segmente seien eben so wenig echte Metameren wie die Glieder eines Arthropodenfußes und nur auf höhere Entwicklung der Muskulatur zurückzuführen. Geschlechtsorgane, Darm und Nervensystem zeigten völlige Übereinstimmung; nur die Geschlechtsöffnungen im Schwanzring bei *Echinoderes* seien bei *Chaetonotus* noch nicht aufgefunden. Da die Seitengefäße bei nahe verwandten Nematoden bald vorhanden seien, bald fehlten, könne auch darauf, dass bei den Echinoderiden noch keine Wassergefäße gefunden worden seien, kein besonderes Gewicht gelegt werden. Als ein Zeichen von Verwandtschaft zwischen *Nematorhynchen* und *Räderthieren* dürfe das Vorkommen von Furcalanhängen und Wassergefäßen bei beiden Gruppen betrachtet werden. Jedenfalls hätten jene abweichenden Formen der Räderthiere deren Räderorgan ganz oder fast fehle und deren Gestalt eine langgestreckte sei, die nächsten Beziehungen mit den Nematorhynchen. Doch möchte er nicht mit Metschnikoff die Gastrotrichen und Rotatorien als Ciliaten vereinigen, da zwischen diesen beiden Gruppen im Bau der Geschlechtsorgane, der Ausmündung der Wassergefäße in die Kloake, der Abgliederung des Hinterendes zu einem sehr beweglichen Fuß und der damit zusammenhängenden konstanten dorsalen Lage des Afters wichtige Verschiedenheiten bestünden. Übergehend zu den Beziehungen der *Nematorhynchen* zu den *Nematoden* stimmt Bütschli Greeff bei, wenn dieser die Verwandtschaft beider Gruppen hervorhebt, zumal da das Männchen von *Gordius* regelmäßig eine Schwanzgabel besitzt, die schon den Embryonen beiderlei Geschlechts eigen ist und an den Fuß der Räderthiere erinnert. Die Verdauungsorgane seien ganz gleich gebaut und die Bewaffnung des Rüssels ließe sich mit der Ausrüstung der Mundhöhle der Nematoden mit Stacheln und Zähnen vergleichen. Am auffallendsten sei diese Übereinstimmung zwischen dem Rüssel der *Gordius*-Larven und der *Nematorhynchen*. Der erstere werde nämlich später ausgestülpt und besitze einen doppelten Hakenkranz. Sein Stilet erinnere an ähnliche Bildung freilebender Nematoden. Die Muskulatur sei wesentlich anders, doch könne die Möglichkeit des Hervorgehens der einfachen Muskulatur eines *Meromyariers* aus den Muskeleinrichtungen der Gastrotrichen kaum bezweifelt werden. Das Centralnervensystem sei bei beiden Gruppen gleich und eben so mündeten die Wassergefäße bei den Gastrotrichen höchst wahrscheinlich in der vorderen Körperhälfte, wie die homologen Seitengefäße bei den Nematoden. Die Geschlechtsorgane der Nematoden seien im Allgemeinen, namentlich was die Ovarien anbelange, paarig angelegt und münden durch einen gemeinsamen Ausführungsgang nach außen. Da jedoch von Bütschli auch zwei dicht neben einander gelegene weibliche Geschlechtsöffnungen nachgewiesen worden waren, so vermuthet er darin einen Hinweis, dass ehemals die Ausführungsöffnungen getrennt waren und findet damit eine neue Verbindung mit den Echinoderen. Erwähnt wird auch, dass sowohl bei Nematoden als bei Räderthieren Klebdrüsen vorkommen. Entschieden wendet sich Bütschli gegen die Ansicht von der Metamerie der *Echinoderen*. Außer Skelett und Muskeln sei ähnlich wie bei Räderthieren nichts, was auf Segmente deute, vorhanden. Gliedmaßen könne man in den Chitinhaken, welche in einem Kranze um die Eingangsöffnung des Ösophagus stehen, nicht sehen. Diese Haken werden gegenüber Greeff nur als modificirte Rüsselborsten bezeichnet, welche keine Ähnlichkeit mit einem Arthropodenfuß haben. Den gegliederten Füßen der Arthropoden entsprächen die Furcalanhänge der Nematorhynchen und Räderthiere, da sie durch eigene Muskeleinrichtungen bewegliche Ausstülpungen der Leibeswände seien; würde ein *Echinoderes* segmentirt werden, so fänden diese Furcalanhänge, sich wiederholend, an den Seiten Platz und würden Füße werden etc. Zum Schluss wird ein Stammbaum aufgestellt, nach welchem *Anneliden* und *Arthropoden* sich tief an der Wurzel von einander spalteten, die *Rotatorien*, *Nematoden* und *Nematorhynchen* gehören der *Arthropoden*-Richtung an und haben mit *Anneliden* nichts gemein. An diesem Seitenzweige sitzen die *Rotatorien* am tiefsten, die *Nematoden* mit ihrem Seitenaste, den *Nematorhynchen* etwas höher, während der Hauptstamm zu den *Arthropoden* leitet.

L. K. Schmarda[1] stellt die *Ichthydina* zu den *Borstenwürmern* und zwar zu den *Abranchiata*, zugleich mit den *Naiden*, *Chaetopteriden*, *Lumbriciden* etc.; er führt sie daselbst als erste Familie an, als Thiere ohne Segmente, mit Borsten in Querreihen, mit Cilien am Kopf und Bauch.

H. A. Pagenstecher (Nr. 25) ist Bd. II, 1877, p. 90 mit Metschnikoff's Eintheilung einverstanden und meint, dass die Zutheilung zu den *Räderthieren* jedenfalls das Geeignetste sei; nur blieben sie in dieser Klasse auf einer überall niedrigen Stufe stehen. Im Band IV, 1881, p. 60 spricht er sich wegen des Vorkommens von Wassergefäßen noch entschiedenerer für Metschnikoff aus; p. 332 sagt er, dass die *Gastrotrichen* und *Echinoderes* sich abwärts und aufwärts den *Räderthieren* anschlössen. Die Gastrotrichen stünden den Anneliden näher, da sie wirkliche Wimperhaare der Cuticula auf der äußeren Körperwand, da sie Tastborsten, Rückenstacheln, Schwanzgriffel und geknäuelte Wassergefäße besäßen, die *Echinoderes* dagegen rückten in Mangel jeder Gliederung und Segmentalorgane und wegen der deutlichen Gliederung des Cuticularskelettes den Arthropoden näher.

---

[1] L. K. Schmarda, Zoologie. 2. Aufl. Bd. I. 1877. p. 473.

H. A. Nicholson[1] möchte die »*Chaetonoti*« als *Rotatorien* betrachten; da sie aber kein echtes einziehbares Räderorgan, keine Kiefer besäßen und die ventrale Fläche mit Cilien bekleidet hätten, so wären sie eine abweichende Gruppe derselben.

Th. Huxley[2] meint p. 172, dass die *Gastrotricha* mit Unrecht zu den Rotatorien gestellt worden seien, da sie sich durch den Mangel eines Kaumagens und die Anordnung der Wimpern unterschieden; wahrscheinlich bildeten sie eine Verbindungsgruppe zwischen den *Rotiferen* und den *Turbellarien*, welche sich den Rotiferen in *Dinophilus* näherten. Auf p. 590 stimmt er dem Vorschlage Bütschli's vollkommen bei, und theilt die *Nematorhyncha* ebenfalls in Gastrotrichen und Atrichen.

Hatschek (Nr. 26, 1878, p. 101) vereinigt die *Gastrotrichen* und *Echinoderen* zur Klasse der *Cephalotricha* und meint, dass in deren Bau derselbe Grundtypus ausgeprägt sei, wie bei den Rotatorien. Man müsse diese Gruppe für ursprünglicher und tiefer stehend halten, als die der Rotatorien, namentlich mit Rücksicht auf die tieferstehende Ausbildung der Muskulatur. Es sei, obwohl in der Entwicklung der Ichthydinen kein Velum nachgewiesen sei, doch sehr wahrscheinlich, dass sie und mithin die ganze Gruppe vom Trochozoon abzuleiten seien.

Giard (Nr. 27, 1880) giebt einen Stammbaum der niederen Würmer, in welchem die *Gastrotricha*, *Prothelminthen* und *Dicyemiden* von den *Orthonectiden* abgeleitet werden. Aus den Prothelminthen entwickelten sich Turbellarien und Trematoden.

O. Schmidt[3] lässt die *Echinoderen* sich den *Nematoden*, die *Gastrotrichen* sich den *Turbellarien* und *Räderthieren* nähern, ohne ihnen eine bestimmte Stellung angewiesen zu haben.

A. Lang führt im Zool. Jahresberichte für 1883 beim Referate über die Arbeit Nr. 28, *Chaetonotus* unter den *Rotatorien* an.

A. Götte (Nr. 29, 1884) ist dafür, die *Gastrotrichen* und *Echinoderen* auch weiterhin anhangsweise bei den niederen Würmern überhaupt anzuführen.

L. Örly setzt in seinem Referate im Zool. Jahresberichte (über Nr. 30, 1885) die *Gastrotricha* als Anhang an den Schluss der *Nematoden*.

W. M. Schimkewitsch (Nr. 31, 1886, Sp. 149, 150) meint, dass durch seine Entdeckung der kontraktilen Blase die *Gastrotricha* noch mehr an die *Räderthiere* genähert würden, als es durch das Vorhandensein besonderer Klebdrüsen ohnehin geschehe, dass aber auch die Ähnlichkeit des Nahrungskanales mit dem der *Nematoden* zu beachten sei. Zwischen den Meinungen Ehlers' und Metschnikoff's sei kein Widerspruch, da beide auf Thatsachen sich stützten. Er hält es für sehr wahrscheinlich, dass Nematoden, *Gastrotricha* und Rotatorien drei Zweige eines und desselben Stammes darstellen. Bütschli's Ansicht, dass die Echinoderen zu den Arthropoden führten, sei noch zweifelhaft, doch sei der von ihm gegebene Stammbaum ziemlich annehmbar. Man könne, gestützt auf die Embryologie und auf die Übergangsformen, zeigen, dass die Hauptgruppen der Würmer in ihrer Entwicklung ein Wimperstadium durchlaufen und veränderte Repräsentanten solcher Stadien in der gegenwärtigen Fauna vorhanden seien. Die Planarien könne man als die nächsten Verwandten und Nachkommen des Wimperstadiums der Cestoden und Trematoden ansehen, die Nemertinen als Nachkommen des Wimperstadiums der Hirudineen und vielleicht der Anneliden überhaupt. Dann können die *Gastrotricha* als das Wimperstadium der Nematoden angesehen werden.

---

[1] H. A. Nicholson, Manual of Zoology. p. 234. 1878.

[2] Th. Huxley, »Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere«. Übers. von Spengel. p. 172 und 590. 1878.

[3] O. Schmidt, Handbuch der vergl. Anatomie«. (1872. p. 94) 1882. p. 79.

H. Ludwig (Nr. 32, 1886, p. 820 und 822) spricht von der nahen Verwandtschaft der Gastrotrichen mit den Räderthieren, und dass man sie mit den *Echinoderidae* vereinigt habe, ohne sich für eine bestimmte Stellung zu entscheiden.

Eben so unbestimmt bleibt ihre Stellung in der britischen Encyklopädie (Nr. 33, 1886, Bd. XXI, p. 8); sie werden als wahrscheinlich mit den Rotiferen verwandt bezeichnet.

W. Reinhard (Nr. 34, 1887, p. 451—454) wendet sich entschieden *gegen eine Verwandtschaft der Echinoderes mit den Gastrotrichen.* Als ersten Grund führt er an, dass kein *Echinoderes* ohne Segmentirung sei, während *Gastrotricha* dies nie zeigten. Er fasst die Segmente nicht wie Bütschli und alle anderen Zoologen als Pseudosegmente auf. Der Mundring von *Chaetonotus* sei durchaus nicht dem Echinoderenrüssel zu vergleichen, bei keiner Gastrotrichenform sei der Mundring stärker entwickelt, bei keinem Echinoderes sei der Rüssel rudimentär. Der Mundring bei *Chaetonotus* würde nicht durch eigene Muskeln bewegt, wie der Echinoderenrüssel; der letztere sei eher noch mit dem Annelidenrüssel zu vergleichen, obwohl dieser Vergleich auch nur ein oberflächlicher wäre. Der Echinoderenrüssel sei ein Organ von ganz eigenthümlichem Bau und besonderer Bewaffnung, und Bütschli's Vergleich desselben mit einem stark entwickelten Mundraum von *Chaetonotus*, dessen Wand das sogenannte zweite Segment bilde, sei eben so unrichtig, wie die Gleichstellung dieses sogenannten zweiten Segmentes mit der geriefteu Mundröhre. Der Rüssel nehme mehr als das zweite Segment ein, welches außerdem keine Streifung zeige. Sodann sei die große Ähnlichkeit im Baue der Verdauungsorgane, auf welche **Bütschli** sich berufe, nicht vorhanden; die Afteröffnung der Gastrotrichen liege nach **Bütschli** auf der Rücken-, nach **Ludwig** auf der Bauchseite, bei den Echinoderes befände sie sich aber am Ende des Analsegmentes. Der Magen sei bei *Chaetonotus* eine direkte Verlängerung des Ösophagus, bei den Echinoderen mit ihm in einen Winkel vereinigt, wo der Ösophagus sogar von der Rückenseite dem Magen etwas aufliege. Die Frage nach dem Nervensystem hält er für die Gastrotrichen gar nicht gelöst, indem er die beiden verschiedenen Beschreibungen **Bütschli's** und **Ludwig's** über das Nervensystem einander gegenüber stellt. Was **Greeff** und **Claparède** für Nervenganglien bei Echinoderes hielten, stünde in gar keiner Beziehung zum Nervensystem. Dasselbe sei in vier Erhöhungen an der Grenze zwischen Ösophagus und Darm gelegen. Die von **Bütschli** entdeckten Wassergefäße bei *Chaetonotus*, welche den Wassergefäßen der Rotatorien und der sog. Kopfniere entsprächen, seien im Aussehen und in der vermuthlichen Lage der Ausführungsöffnung von denen bei Echinoderes ganz verschieden. Weitere Unterschiede findet **Reinhard** in den Geschlechtsverhältnissen. Die *Gastrotricha* seien nach M. **Schultze** Zwitter, und beiderlei Produkte gleichzeitig entwickelt, nach **Ludwig** trete die männliche Geschlechtsreife vor der weiblichen auf und das Ovar sei unpaar, nach **Bütschli** allerdings seien paarige Ovarien zu finden, aber auch dieser sähe in kleinen Körperchen um den Darm Spermatozoen. Dies sei Alles bei den Echinoderen anders; daselbst seien die Geschlechter getrennt und besäßen mit besonderen Hüllen versehene Geschlechtsdrüsen. In den Ovarien der Echinoderes lägen die reifen Eier hinten, bei den Gastrotrichen dagegen vorn; bei den Echinoderen reiften immer mehrere Eier gleichzeitig, bei *Chaetonotus* immer nur eines. Weitere Differenzen führt **Reinhard** in dem Fehlen der äußeren Wimperung bei den Echinoderes an, sie sei da nur im Exkretionsorgan vorhanden. Bei den Gastrotrichen dienten die Wimpern zur Fortbewegung, die Echinoderes bewegten sich durch andere Organe fort. Die Klebdrüsen der Gastrotrichen fehlten bei den Echinoderes ganz, dessgleichen die sternförmigen kontraktilen Zellen der ersteren. Die Echinoderes besäßen neben den auch bei Gastrotrichen gefundenen Muskeln Rückenbauchmuskeln, die in jedem Segmente vorkämen. Endlich seien alle Echinoderes Meeresthiere. Diese Gründe genügten **Reinhard**, eine Vereinigung dieser beiden Gruppen als »sehr falsch« zu bezeichnen.

C. **Claus** fügt anhangsweise die Gastrotrichen und Echinoderiden den Rotatorien an[1], wie es auch in den meisten anderen Lehrbüchern geschieht.

Wenn wir die vorliegende historische Übersicht überblicken, finden wir vier Hauptrichtungen vertreten. Die älteste hält unter Führung **Ehrenberg**'s die Gastrotrichen einfach für *Räderthiere*, eine spätere, welche von C. **Vogt** eingeschlagen wurde, möchte sie als *Turbellarien* erklären, eine dritte, in welcher **Metschnikoff** voransteht, will eine Verwandtschaft mit den *Räderthieren* nachweisen und eine vierte meint mit **Ehlers** am besten die Gastrotrichen den *Nematoden* zuzuzählen. Daneben laufen parallel Versuche, auch Beziehungen zu den *Echinoderen* festzustellen. Eine Anzahl von Zoologen hielt die systematische Stellung dagegen für eine ganz unsichere.

Am meisten Anhänger der Zahl nach hat die zweite Ansicht gefunden, und auch Namen von schwerem Gewicht, wie M. **Schultze**, **Leuckart**, **Leydig**, **Gegenbaur** sind in dieser Reihe zu finden. Die nunmehr zum größten Theile aufgeklärten anatomischen Verhältnisse setzen uns in den Stand, diese Ansicht nicht weiter in Betracht ziehen zu müssen. Eben so wird man mir zustimmen, wenn ich über den Versuch **Dujardin**'s, die Gastrotrichen für *Infusorien* anzusehen, sowie über die Ableitung, welche **Giard** gegeben hat, und welche die Gastrotrichen so wie die *Dicyemiden* von den *Orthonectiden* herleiten will, hinweggehe.

Wenden wir uns nun, um zur **Ehrenberg**'schen Anschauung überzugehen, welche von **Siebold**, **Gosse** etc. getheilt wurde, den *Räderthieren* zu, und suchen wir die Organisation derselben mit der unserer Gastrotrichen in Einklang zu bringen.

Die Frage nach einem typischen Räderorgan muss verneinend beantwortet werden. Es ist weder das Vorderende einziehbar, noch wird es von Wimperkränzen umsäumt. Ein Versuch, die zwei Cilienbänder am Bauche als modificirtes Räderorgan zu betrachten, ergiebt, dass wir dann drei Möglichkeiten vor Augen haben müssen. Entweder sind in den Bändern beide Cilienkränze der Rotatorien vereinigt, oder sie werden von dem modificirten präoralen oder postoralen Kranz allein gebildet. Für die erstere Möglichkeit spricht gar nichts, weder ist die zwischen den beiden Kränzen typische Wimperrinne vorhanden, noch ist überhaupt die leiseste Andeutung einer Trennungslinie in jedem Cilienbande zu treffen. Wir sehen eben von der irrthümlichen Angabe **Ludwig**'s bezüglich der vier Cilienstreifen ganz ab. Sollte aber nur der postorale oder präorale Wimperkranz erhalten sein, so fordert dies eben so wie im ersten Falle die Annahme, dass bei gleichzeitigem Schwunde des anderen Kranzes der ganze Rücken und die Seiten des Körpers aus dem Scheitelfelde hervorgegangen seien, während die ganze postorale Region zum schmalen von den Cilienbändern eingeschlossenen Zwischenfelde zusammengedrängt worden sei. Nun läge aber der After im Scheitelfelde, was uns berechtigt, diesen Erklärungsversuch von vorn herein als einen gewaltsamen über Bord zu werfen. Übrigens hilft diese letztere Erkenntnis auch die erste früher erwähnte Möglichkeit widerlegen. Sollten die erwähnten Gründe nicht als genügend angesehen werden, so möge noch hingewiesen werden, dass dann auch der Gabelschwanz sammt Klebdrüsenapparat nicht mit den gleichen Organen der Rotatorien verglichen werden könnte, da dann der Fuß der Rotatorien der postoralen, der der Gastrotrichen der präoralen Region angehören würde, eine gleichfalls gewaltsame Trennung. Eben so widerspräche einer derartigen Deutung die Anordnung der Sinnesorgane, wie später erörtert werden soll.

---

[1] Lehrbuch der Zoologie. p. 382. 1887.

Leichter wird es uns beim Wassergefäßsystem eine Ähnlichkeit mit dem der Rotiferen nachzuweisen. Ein verknäueltes Rohr jederseits, ein etwas abweichend geformter Flimmerlappen sind es, in denen wir sofort die typischen Theile des Protonephridiums der Räderthiere wieder erkennen. Allerdings treten gewisse Differenzen hervor, so z. B., dass hier nur ein langer, stabförmiger Flimmerlappen entwickelt ist, gegenüber mehreren mehr dreieckig geformten bei den Räderthieren, dass ferner das nicht flimmernde Rohr nur einen kleinen Theil der Leibeshöhle durchzieht, wogegen dasselbe bei den Räderthieren vom Enddarm bis über das Gehirn hinaus die Leibeshöhle durchläuft, und während bei den Räderthieren nur bei einigen Species an bestimmten Stellen des Verlaufes des Rohres Aufknäuelungen vorkommen, ist bei allen Gastrotrichen bis auf eine einzige Schlinge das ganze Rohr fest verknäuelt. Endlich ist die Mündungsweise des Exkretionssystems verschieden; bei den Gastrotrichen öffnen sich die Röhren getrennt, ohne jede Beziehung zum Darm, an der Bauchseite innerhalb der Flimmerbänder; dies muss wohl als am meisten ins Gewicht fallend betrachtet werden.

Das Wassergefäßsystem beider Thiergruppen entspricht also dem gleichen Typus, es steht bei beiden auf dem Stande des Protonephridiums, nur dass die Organisationshöhe verschieden ist. Wir werden das Protonephridium der Gastrotrichen als tiefer stehend ansehen müssen, und zwar mit Rücksicht auf die einfache Zahl der Flimmerlappen und die paarigen Mündungen der beiden Röhren. Für die Stellung der

Gastrotrichen entscheidend ist es, dass kein Räderthier ein Wassergefäßsystem besitzt, wie es die Gastrotrichen haben, und umgekehrt die Gastrotrichen nie ein Exkretionssystem vom Baue der Räderthiere zeigen. Diese Überzeugung verhindert uns, die Gastrotrichen auf Grund dieses wichtigsten Organs in die Klasse der Rotatorien selbst zu stellen.

Vielleicht ist es jedoch möglich, die Kopfniere der Räderthiere von der der Gastrotrichen abzuleiten. Seiner Zeit machte ich darauf aufmerksam, dass die Nephridien bei *Callidinen* und bei *Discopus* in ihrem Verlaufe an einer Stelle der Körperwand befestigt sind, und ich konnte mich schon damals der Vermuthung nicht entschlagen, dass diese Verbindung mit dem Ektoderm eine tiefere Bedeutung besäße, und die Röhren hier mündeten, ehe sie sich nach hinten verlängerten und mit dem Enddarme in Verbindung traten. Diese zwei Anheftungsstellen entsprechen in ihrer Lage den zwei Mündungen dieses Organs bei den Gastrotrichen. Man wird also diese Mündungsart nicht nur als die ursprüngliche ansehen, sondern konsequenterweise die bei den Räderthieren vorhandene Verlängerung der Röhren von hier bis zum Enddarm als später hinzugekommen betrachten müssen.

In höherem Maße stimmen die beiderseitigen Verhältnisse des Muskelsystems überein. Kontraktile Faserzellen spannen sich hier wie dort theils in der Leibeshöhle aus, theils haben sie sich dauernd an die Haut angelegt. Zwar fehlen die Quermuskeln im Anschlusse an die ganz andere Bewegungsart, welche eine bedeutendere Streckung des Körpers überflüssig erscheinen lassen, es sind jedoch ganz wie bei *Discopus* die ventralen Hautlängsmuskeln entfallen und nur die zwei dorsalen ausgebildet. Die Leibeshöhlenmuskeln sind in gleicher Weise in einer vorderen und hinteren Gruppe angeordnet, deren Trennungsgebiet in der Nähe der Exkretionsmündungen, entsprechend den Anheftungsstellen der Wassergefäßkanäle bei den Räderthieren, liegt.

Das Muskelsystem der Gastrotrichen ist nicht nur vom selben Typus wie das der Räderthiere, sondern seine Ausbildung fällt nahezu innerhalb der Modifikationen, wie sie bei den Räderthieren auftreten. Eine einschneidende Verschiedenheit findet sich nur im durchgreifenden gänzlichen Mangel der Quermuskeln. Mit dem Muskelsystem im Zusammenhange steht die Fähigkeit einer Formveränderung des Körpers. Dem entsprechend fehlt die Scheingliederung des Körpers bei den Gastrotrichen; nicht einmal der Gabelfuß hat abgegliederte verschiebbare Ringe der Haut.

Schon oben wurde erwähnt, dass der Gabelschwanz der Gastrotrichen und der Rotatorien als homologe Bildungen anzusehen sind.

Beide liegen im ausgebildeten Thiere ventral vom After, wenn auch bei den ersteren derselbe noch gar nicht weit vom hinteren Ende des Körpers entfernt, in Folge dessen der eigentliche Fuß recht kurz ist. Der Hauptsache nach besteht der Gastrotrichenfuß aus den beiden mächtigen Zehen, an welchen die Endpartie zu einer cuticularisirten Röhre ausgezogen ist, eine Bildung, welche an gewissen Räderthieren in den langen Borsten des Fußes wieder gesehen wird. Nicht minder giebt uns der beiden Gruppen zukommende Klebdrüsenapparat Berechtigung, einen Vergleich zu ziehen. So wie z. B. bei den *Philodiniden* jede Zehe, beziehungsweise jede Fußhälfte zwei Reihen von Drüsenzellen besitzt, enthält auch bei den Gastrotrichen jede Seite des Gabelschwanzes zwei Drüsen, hier allerdings syncytial entwickelt, deren ausführende Fortsätze in den Endtheil jeder Zehe eingehen und bis zur Spitze ziehen. Es differirt demnach der Drüsenapparat in so weit, als bei dem Mangel eines stärker entwickelten Fußes keine Vereinigung der Ausführungsgänge in einem unpaaren Stücke, wie bei den Räderthieren statthat, sondern die der beiden Seiten von einander getrennt gleich in die Zehen laufen, ebenfalls nur eine quantitative, keine qualitative Verschiedenheit.

Dieselbe Sachlage treffen wir auch beim Nervensystem. Bei den Räderthieren ist das einfache Gehirnganglion dort, wo es bekannt ist, vom Ektoderm getrennt und in die Tiefe gerückt und nur durch Nervenfasern mit den oberflächlich sitzenden Sinneszellen verbunden, bei den Gastrotrichen ist es erst in der Ausscheidung aus dem Ektoderm begriffen, namentlich was den vorderen Theil betrifft. Während es schon dem Ösophagus anliegt und an ihm herabhängt, wie bei den Räderthieren, stecken einzelne Abtheilungen noch im Ektoderm; es sind die Sinneszellen mitten im Gehirn direkt eingebettet und ohne verbindende Nervenfasern, gewiss ein ursprünglicherer Zustand.

Recht gut lassen sich die am Halse und Hinterende stehenden Tasthaare mit entsprechenden Organen bei den Räderthieren vergleichen. Bei Gelegenheit meiner Arbeit über *Discopus* wies ich nach, dass der unpaare dorsale Taster aus zwei Tastern entstanden sein müsse, welche auch jetzt noch bei gewissen Formen erhalten sind. Dieser ursprünglichere Zustand ist bei den Gastrotrichen in denkbar einfachster Form vorhanden, je eine Sinneszelle auf jeder Seite des Halses trägt ein Haar. Die hinteren Sinneshaare entsprechen den seitlichen Tastern der Räderthiere. Wir werden auch die Sinneszellen am Vorderende mit den innerhalb des Räderorgans, bei den *Philodiniden* im Rüssel koncentrirten Sinneszellen vergleichen dürfen.

Es darf uns nicht Wunder nehmen, wenn wir auch bei dem weiblichen Geschlechtsorgane einen tiefer stehenden Grad der Ausbildung antreffen. Das Ovarium ist einfach, ohne umkleidende Haut, und die dem Darme anliegenden Eier wachsen, ohne dass ein Dotterstock ihnen das Material zuführen würde. Darin finden wir einen bestimmten Unterschied von den Räderthieren. Männliche Organe kennen wir noch nicht mit Sicherheit, daher wir diese Geschlechtsverhältnisse besser nicht in die Vergleichung einbeziehen.

Endlich bietet uns der Verdauungstract Verhältnisse, welche wir allerdings bei Räderthieren nicht finden. Zwar ist der Mitteldarm ganz wie bei den Rotatorien von einem im gefüllten Zustande birnförmigen Enddarm durch einen Sphincter geschieden und setzt sich so wie dort der Enddarm in ein, bei den Gastrotrichen allerdings sehr kurzes Rectum fort, aber der Vorderdarm ist durchgehends ganz abweichend gebaut; es fehlen die Kiefer in dem nematodenartigen Ösophagus ausnahmslos nach den bisherigen Erfahrungen, andererseits besitzt kein Räderthier eine derartig entwickelte Speiseröhre und ein solches Mundrohr.

Aus Allem geht hervor, dass die *Gastrotrichen keinesfalls den Räderthieren zugezählt werden können*, dass aber Metschikoff das Richtige getroffen hatte, als er eine nahe Verwandtschaft der *Gastrotrichen* mit den *Rotatorien* behauptete. Die Mehrzahl der Organe der ersteren zeigt den gleichen Typus wie die entsprechenden der Räderthiere, nur stehen sie auf niedrigerer Stufe der Ausbildung, so dass wir behaupten dürfen, Gastrotrichen und Rotatorien entstammen demselben Zweige, nur haben sich die ersteren schon früher abgespaltet.

Da wir die Rotatorien als umgebildete Abkömmlinge der *Trochophora* ansehen, so sind wir genöthigt auch die Gastrotrichen von dieser Form abzuleiten. Die inneren Organe bereiten einer solchen Anschauung keine Schwierigkeiten, sie stimmen im Gegentheile vollkommen mit der Organisation einer Trochophora überein. Die äußere Gestaltung jedoch scheint uns auf den ersten Blick bedeutende Hindernisse in den Weg legen zu wollen. Schon im Anfange der Besprechung wurde dargelegt, dass kein Räderorgan im morphologischen Sinne vorhanden ist. Wir haben hier Thiere vor uns, welche die Wimperkränze nahezu gänzlich eingebüßt haben und bei welchen das vom hinteren Kranze bis an das Hinterende reichende ventrale Wimperfeld, wie es Hatschek z. B. bei *Eupomatus* beschrieben hat, dafür zur überwiegenden Ausbildung gelangte und zum alleinigen Fortbewegungsmittel wurde. Die besondere Umbildung in zwei Streifen etc. ist als sekundäre Abänderung zu bezeichnen.

Als einen Rest der Wimperkränze hat man vielleicht die vordere Verbindung der zwei Cilienbänder und die von hier nach vorn ziehenden Cilienreihen anzusehen; eine genauere Ausführung dieses Gedankens wird erst möglich, wenn auch die Gattungen *Dasydytes* und *Gossea* mit modernen Hilfsmitteln untersucht sein werden, denn eben diese Formen scheinen in der theilweise erhaltenen aber leider sehr unzulänglich studirten Bewimperung des Vorderendes größere Reste des larvalen Wimperapparates zu besitzen. *Dasydytes saltitans* Stokes mit seinen zwei interessanten Wimperkränzen wird jedoch nur dann als ursprüngliche Form herbeizuziehen sein, wenn es sich herausstellen sollte, dass der erste Kranz vor dem Munde vorbeizieht, was nach der Beschreibung von Stokes nicht zu sein scheint. Allerdings hat Stokes an eine Vergleichung mit einer *Trochophora* nicht gedacht und vielleicht daher diesem wichtigen Punkte nicht die gewünschte Aufmerksamkeit geschenkt.

Obwohl die typischen Kränze fehlen, können wir aus anderen Organen auf die beiläufige Ausdehnung des Scheitelfeldes schließen. Zweifellos gehört die vorderste Partie des Kopfes, in der die Sinneszellen liegen, der Region der Scheitelplatte an; dass wir gerade in der Mitte dieser Region die kahle Stirnkappe treffen, darf uns nicht Wunder nehmen, sie entwickelte sich am Vorderende im Anschlusse an die Bewegungsart als Schutz gegen unvermeidliche Stöße. Nun entspricht das Paar der Tasthaare am Halse dem Rückentaster der Räderthiere, welcher bekanntlich schon außerhalb der Wimperkränze liegt; es wird der Wimperapparat der Stammform also jedenfalls vor diesen Tasthaaren vorbeigezogen sein. Da die Kränze den Mund zwischen sich fassten, so können wir uns demnach eine Vorstellung von der Ausdehnung des Scheitelfeldes am Gastrotrichenkörper machen.

Gewiss auffallend ist der Parallelismus bei Rotatorien und Gastrotrichen bezüglich des Fehlens und Auftretens eines Fußes. Dies giebt uns die Möglichkeit, uns eine Vorstellung von der gemeinsamen Stammform zu erwerben. Wollte man, wie es auf den ersten Blick das Einfachste zu sein scheint, die fußlosen Formen als die niedersten ansehen, wozu namentlich unter den Gastrotrichen die theilweise Bewimperung des Kopfes bei *Dasydytes goniathrix* Gosse, *saltitans* Stokes und *longisetosum* Metschn. ein weiteres Argument wäre, so müsste man eine fußlose Stammform annehmen, und folgerichtig glauben, dass sich der Fuß mit dem Klebdrüsenapparat in beiden Reihen unabhängig und zufällig in übereinstimmender Weise entwickelte, was mir aber kaum plausibel erscheint; im Gegentheil ist die Einrichtung des Fußes eine so übereinstimmende, dass es natürlicher ist, die Fußlosigkeit als das Ergebnis einer Rückbildung anzusehen. Dazu berechtigen einerseits auch offene Erscheinungen von Rückbildung anderer Organe bei den fußlosen Räderthieren und andererseits die Thatsache, dass die Klebdrüsen eine weitere Verbreitung besitzen und z. B. auch bei den verwandten Nematoden vorkommen, also jedenfalls einer früheren Stammform eigen waren. Wir müssen also die *Euichthydinen* als jene Formen ansehen, welche sich direkt aus der Stammform entwickelten und ihre Wimperkränze einbüßten, während die *Apodinen* sich früher abzweigten und unter theilweiser Bewahrung von Resten dieser Kränze eine Rückbildung der Fußanlage erfuhren.

Als die gemeinsame Stammform der Rotatorien und Gastrotrichen haben wir eine Trochophora anzusehen, welche bereits Klebdrüsen und Gabelfuß besaß und am Rücken der postoralen Region mit zwei hinter einander liegenden Paaren von Tastorganen versehen war, welche bei den Gastrotrichen in einfachster Form, bei den Rotatorien als dorsale und laterale Taster persistiren. Ich möchte nur hinzufügen, dass ich bereits im allgemeinen Theile meiner Schrift über *Discopus* auf die Wichtigkeit der Taster für die Stammform der Räderthiere hinzuweisen Gelegenheit nahm.

In welchen Beziehungen stehen nun die *Gastrotrichen* zu den *Echinoderen*? Ist Bütschli's Zusammenfassung beider Gruppen zu einer einzigen gerechtfertigt oder müssen wir Leuckart, Claparède, Metschnikoff, Greeff und Reinhard zustimmen, welche von einer Verwandtschaft beider nichts wissen wollen? Vergleichen wir wie vorhin die einzelnen Organe beider Gruppen. Von vorn herein muss man nicht nur wie oben die männlichen Genitalorgane aus gleichem Grunde vollkommen ausnehmen, sondern wir müssen hier leider auch auf eine Einbeziehung des Nervensystems zur Besprechung verzichten, da dies bei den *Echinoderes* noch unbekannt ist.

Wenden wir uns zum Darme. Im Gegensatze zu Reinhard muss ich eine bedeutende Ähnlichkeit des Verdauungstractus der Gastrotrichen und Echinoderes behaupten und ich brauche diesbezüglich nur auf die nicht widerlegten Ausführungen Bütschli's hinzuweisen. Denn dass bei den *Echinoderes* der muskulöse Ösophagus bei eingezogenem Rüssel in einem Winkel zum Darme stehe, kann doch nicht ernstlich als ein stichhaltiger Gegengrund angesehen werden. Allerdings ist der Echinoderenafter terminal, doch weise ich darauf hin, wie ich es schon in der Discopusarbeit gethan habe, dass höchst wahrscheinlich die Stammform der Räderthiere und hiermit auch der Gastrotrichen, deren After ohnehin noch nicht weit vom Hinterende abgerückt ist, eine terminale Darmmündung besaß.

Im Wassergefäßsystem kann jetzt um so mehr, da die paarigen Mündungen der Kanäle bei den Gastrotrichen entdeckt sind, eine

Annäherung an Echinoderes gefunden werden und ich kann nur meine angegebenen Ortes niedergelegte Anschauung, dass auch das Exkretionssystem von *Echinoderes* dem Typus der Trochophoraniere angehöre, bestätigt finden. Nur ist die Echinoderenniere am niedrigsten organisirt und steht auf dem Stande des einfachen Wimperschlauches ohne Flimmertrichter bei der *Eupomatus*-Larve.

Dass im Ovarium von Echinoderes die reifen Eier hinten, bei den Gastrotrichen aber vorn gelegen seien und dass ferner bei Echinoderes mehrere, bei Gastrotrichen immer nur ein einziges reife, wie Reinhard behauptet, ist, was die Gastrotrichen anbelangt, unrichtig. Im Gegentheil liegen die sich bildenden Eier hinter dem Ovarium und rücken erst sekundär mit zunehmender Reife an den Seiten hinauf und endlich auf die dorsale Seite des Darmes, und die Anzahl der sich bildenden Eier ist eine größere, nur dass ein Ei, ähnlich wie bei den Räderthieren, im Wachsthum voraus ist und Ursache war, dass bisher die kleineren übersehen wurden.

Dass das Fehlen der äußeren Wimperung bei den Echinoderes und das Auftreten der dorsoventralen Muskel keine stichhaltigen Gründe für die Behauptung liefern, Echinoderes hätte gar keine Beziehungen zu den Rotatorien und damit auch keine solchen zu den Gastrotrichen, habe ich schon eingehend widerlegt und verweise, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die diesbezüglichen Ausführungen[1].

Es ist gewiss nicht meine Absicht, die Rotatorien, beziehungsweise Gastrotrichen, als nahe Verwandte der Echinoderes zu bezeichnen, wie ja aus den Vergleichungen hervorgeht, dass die meisten Organe wohl vom gleichen Typus, aber von sehr ungleicher Ausbildung sind, aber so aller Beziehungen bar, wie Reinhard es darstellt, sind eben diese Gruppen durchaus nicht und keine gegensätzlichen Momente fordern eine weite und scharfe Trennung. Dass *Gastrotricha* und *Echinoderes* nicht so nahe verwandt sind, dass man sie mit Bütschli als *Nematorhyncha* vereinigen könnte, gebe ich zu, der durchgreifende Mangel äußerer Gliederung bei den Gastrotrichen, das konstante Fehlen der äußeren Flimmerung und der niedere Ausbildungsgrad des Wassergefäßsystems bei Echinoderes werden uns gewiss, eben so wie das Vorkommen eines eigenthümlichen Rüssels bei eben dieser Form verhindern Bütschli zu folgen. Es ist die Organisation der Gastrotrichen der der Räderthiere entschieden näher stehend, als die der Echinoderes.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XLVII. p. 353. Der Raumparasitismus und die Anatomie von Discopus synaptae n. g., n. sp.

Nichtsdestoweniger glaube ich, dass die Echinoderes dem Variationsgebiete der Gastrotrichenurform entsprossen sind. Die Gründe dafür liegen vor Allem in der Gabelung des Hinterendes und dem Baue des Darmkanales; zwischen den beschuppten Stacheln der Gastrotrichen und den Panzerplatten von Echinoderes mit ihren Borsten ist kein grundsätzlicher Unterschied. Kann nicht jede Panzerplatte aus einer oder mehreren großen Schuppen, wie sie *Chaetonotus* hat, entstanden sein? Dass ich mit **Bütschli** und **Hatschek** die entsprechende Muskulatur von *Echinoderes* als sekundär entstanden betrachte, habe ich schon seiner Zeit ausgesprochen. Den Rüssel von Echinoderes aus den Mundgebilden bei *Chaetonotus* abzuleiten hat schon **Bütschli** versucht. Doch glaube ich nicht, dass wirklich der Rüssel mit seinem großen Hakenkranze an seinem kugeligen Theile und einem Kranze kleinerer Borsten an der Spitze nur aus dem Mundraume von *Chaetonotus* hervorgegangen sei, sondern mir scheint es, dass mehr als dies, dass auch ein Theil des Körpervorderendes überhaupt in die Rüsselbildung einbezogen worden ist. **Pagenstecher** wollte den Radapparat der Räderthiere mit dem großen Borstenkranze vergleichen, was keinen Anklang fand. Wenn wir die interessante Form *Dasydytes saltitans* Stokes ins Auge fassen, wird unser Blick durch die zwei Kränze von Cilien gefesselt. Könnte man sich nicht vorstellen, dass, ähnlich wie bei *achaeten Gephyreen*, der Vordertheil des Körpers im Inneren geborgen und bis über die zwei Cilienkränze eingestülpt wurde und dass der an der Spitze des Echinoderenrüssels liegende kleine Borstenkranz nun dem Borstenkranze der Mundhöhle bei *Chaetonotus* entspricht? Die Rückzieher des Rüssels wären dann nichts Anderes als die großen Rückziehmuskeln des Vorderendes bei Gastrotrichen. Bei dieser Ableitung kommt der Räderapparat der Rotatorien vor der Hand gar nicht in Frage, da es zweifelhaft und unentschieden ist, ob die Cilienkränze von *Dasydytes* mit ihm etwas zu thun haben.

Nach dieser Abschweifung wollen wir die letzte, von **Ehlers** zur Vergleichung herbeigezogene Gruppe, die der *Nemadoten*, ins Auge fassen. Die von **Ehlers**, **Ludwig** und **Bütschli** geltend gemachten Gründe, Bau des Vorderdarmes, Klebdrüsen und gegabeltes Hinterende betreffend, bestehen auch heute noch zu Recht und machen eine Abstammung der Nematoden von einer den Gastrotrichen und Echinoderen gemeinsamen Ahnenform wahrscheinlich, so dass sie also auch den Räderthieren entfernt verwandt wären. Doch machen andere Eigenschaften, wie eine ventrale Lage des Afters, Bau der weiblichen Geschlechtsorgane, die bedeutend verschiedene Form und Mündungsart des Wassergefäßsystems, die differente Ausbildung des Nervensystems und der Muskeln eine

Zutheilung der Gastrotrichen zu den Nematoden unmöglich. Weniger Einwände könnte man erheben, wollte man die Echinoderen dahin stellen, zumal man leicht die terminale Lage des Afters bei Echinoderes als Ausgangspunkt für die Verschiebung desselben auf die Bauchseite bei den Nematoten ansehen kann.

Über die Beziehungen zu *Dinophilus* werde ich mich erst äußern können, wenn ich meine diesbezüglichen Untersuchungen abgeschlossen haben werde.

Indem ich verzichte, einen Stammbaum aufzustellen, in der Erwägung, dass das gewöhnliche Geschick eines solchen darin besteht, meist nach kurzer Zeit einen großen Theil seiner Äste zu)verlieren, möchte ich mit kurzen Worten die Stellung der Gastrotrichen präcisiren. Ludwig hat die Räderthiere von den Nematoden unter Vermittelung der Gastrotrichen abgeleitet und erklärte die Nematoden als ursprünglicher. Wir werden, seit wir die phylogenetische Bedeutung der Trochophora kennen gelernt haben, eine andere Auffassung haben müssen. Die Gastrotrichen haben sich von derselben Ahnenreihe, welcher die Räderthiere entstammen, sehr früh abgespalten und haben sich in gleicher Richtung aus- und umgebildet, wie die Räderthiere, nur blieben sie auf tieferer Stufe stehen. Aus dem Variationsgebiet der Gastrotrichenwurzel selbst, welche durch den Nematodenösophagus charakterisirt ist, scheint sich ein anderer Zweig, in bedeutend verschiedener Art entwickelt zu haben, dem die *Echinoderes* und *Nematoden* entstammten. Ein interessanter Übergang ist von den Gastrotrichen durch die Echinoderes zu den Nematoden bezüglich der Wimperung zu sehen. Bei den Gastrotrichen noch äußerlich in typischer Weise erhalten, ist sie bei den Echinoderes nur mehr auf das Exkretionssystem beschränkt und fehlt bei den Nematoden auch schon in diesem. Die Gastrotrichen sind den Räderthieren nicht einzureihen, sondern stellen eine ihnen gleichwerthige Abtheilung im System dar, beide sind parallele Zweige eines Astes. *Gastrotrichen* und *Echinoderes* sind *weiter von einander entfernt, als Gastrotrichen und Räderthiere.* Die *Gastrotrichen* sind im System in jener Abtheilung, welche die *Scolecida* (Protonephridozoa) im Sinne Hatschek's enthält, vor den Räderthieren zu behandeln. Die *Echinoderes* scheinen sich zu den *Nematoden* ähnlich zu verhalten, wie die *Gastrotrichen* zu den *Räderthieren*, keinesfalls aber sind *Gastrotrichen* und *Echinoderes* zu einer systematischen Einheit zu vereinigen.

In folgender Diagnose mögen die Gastrotrichen gekennzeichnet werden.

Gastrotricha: Ohne einziehbaren Radapparat am Vorderende, mit zwei Cilienbändern längs der ganzen Bauchfläche, mit zwei geknäuelten, je einen langen stabförmigen Flimmerlappen tragenden und getrennt in der Mitte der Bauchfläche ausmündenden Wassergefäßkanälen, mit einfachem, zum Theil noch im Ektoderm befindlichen Gehirnganglion, einfachen Muskelzellen, paarigen Ovarien, muskulösem, an die Nematoden erinnernden Vorderdarme ohne Kieferapparat, mit geradem drüsenlosem Mitteldarm, mit birnförmigem Enddarm, Rectum und dorsalem After; mit primärer Leibeshöhle.

Ob die Gastrotrichen mit den Räderthieren zu einer Klasse, ähnlich wie es Metschnikoff seiner Zeit versuchte, etwa als »Ciliaten« zu vereinigen sind, in welchen beide als selbständige Ordnungen zu erscheinen hätten, oder ob sie eigene Klassen bilden, dürfte sich zu Gunsten der ersteren Ansicht entscheiden lassen, da, obwohl die Gastrotrichen durch ihre gleichzeitige Verwandtschaft mit den Nematoden und Echinoderen eine selbständigere Stellung beanspruchen, doch die oben dargelegten Gründe den engeren Anschluss beider ersteren Gruppen rechtfertigen. Wenn für diese Klasse der Name »Ciliati«, da er schon von Leuckart einst in einem anderen Sinne gebraucht worden ist, nicht annehmbar erscheinen sollte, könnte man diese Formen, weil sie die nächsten Abkömmlinge der Trochophora darstellen, unter dem Namen »Trochelminthes« zusammenfassen.

Graz, im Juli 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind nach einer Winkel'schen homogenen Immersion 1/14 gezeichnet.

Tafel XI.

Fig. 1. Gehirn von Chaetonotus maximus Ehrb. von der dorsalen Seite. 1100 : 1. Oc. IV. *aT*, vorderes Tastbüschel; *d*, dorsale, in Fortsätze ausgezogene Zellen; G_1, Ganglion für *aT*; G_2, Ganglion für die seitlichen Tasthaare; G_3, Ganglion an den Seiten des Ösophagus; G_4, Ganglion am Retractormuskel; *lT*, seitliches Tastbüschel; *Oe*, Ösophagus; *P*, Punktsubstanz; *R*, Retractor des Vorderendes; Z, Ganglienzellkern am Ende des Ösophagus.

Fig. 2. Dasselbe von der Unterseite. 1100 : 1. Oc. IV. *aG*, spitz auslaufende Ganglienzellen; G_1 und G_2 wie in Fig. 1; G_5, Ganglion für *vCi*; *K*, Kerne der Hypodermis; *Mr*, Mundrohr; *N*, Nervenfaser; *Oe*, Ösophagus; *R*, Retractor des Vorderendes; R_I und R_{II}, dessen Äste; *vCi*, ventrales Tastbüschel.

Fig. 3. Übersicht der Anatomie von der Bauchseite. 525 : 1. *D*, Mitteldarm;

G, Gehirn; *hM*, hintere ventrale Muskeln; *hS*, hinterer seitlicher Muskel; *Kl*, Klebdrüsen; *Mr*, Mundrohr; *O*, Ei; *Oe*, Ösophagus; *Ov*, Ovarium; *R*, Retractor des Vorderendes; R_1, R_2, dessen Äste; *Schm*, Schwanzmuskel; *vM*, vorderer ventraler Muskel; *Wa*, Wassergefäßsystem.

Fig. 4. Hinterende von Lepidoderma squammatum Duj. von der Bauchseite. 1100:1. *Ba*, Basaltheil des Schwanzes; *E*, Endtheil desselben; *ED*, Enddarm; *hM*, hinterer ventraler Muskel; Kl_1, Kl_2, die beiden Klebdrüsen; *O*, Ei; *Schm*, Schwanzmuskel; *y*, Ganglienzelle (?).

Fig. 5—8. Vier Schnitte aus einer Querschnittsserie durch Chaetonotus maximus Ehrb. Die Stacheln wurden Raummangels halber ausgelassen. 1000:1.

Fig. 5. Schnitt durch das Gehirn in der Höhe des zweiten Ganglions. *fm*, gefaltete Membran zwischen den seitlichen und oberen Muskeln des Ösophagus; *G*, Gehirn; G_2, großer Kern im seitlichen Ganglion; *Hy*, Hypodermis; *L*, Lumen des Ösophagus; *Me*, äußere Grenzmembran des Ösophagus; *Ob*, oberer Theil der Muskulatur; *S*, seitliche Theile der Muskulatur; *Wi*, Wimpern der ventralen Flimmerbänder.

Fig. 6. Schnitt durch die hintere Gegend der Punktsubstanz. *fm*, gefaltete Membran zwischen den Muskelpartien; *Hy*, Hypodermis; *L*, Lumen des Ösophagus; *Ob*, obere Muskelpartie des Ösophagus; *P*, Punktsubstanz; R_2, Ast des Muskels *R*; *S*, seitliche Muskelpartie des Ösophagus; *Wi*, ventrales Flimmerband.

Fig. 7. Schnitt durch den Mitteldarm in der Höhe des Wassergefäßes. *Gl*, Glanzkörper; *Hy*, Hypodermis; *Md*, Mündungsröhren des Wassergefäßsystems; *Wa*, Wassergefäßsystem; *Zk*, Kern der Darmzelle.

Fig. 8. Schnitt durch den Rumpf. *D*, Mitteldarm; *Do*, Dotterschüppchen; *Hy*, Hypodermis; *Ke*, Kern; *Kk*, Kernkörperchen; O_1, unreifes Ei; O_2, reifes Ei; *Wi*, ventrales Flimmerband.

Fig. 9. Längsschnitt durch das Hinterende von Chaetonotus maximus. 600:1. *A*, After; *D*, Mitteldarm; *Ed*, Enddarm; *Kl*, Klebdrüse; *Kz*, die kurzen Stacheln; *O*, Ei; *Re*, Rectum; *Sh*, die hintersten langen Stacheln; *Sph*, Sphincter.

Fig. 10. Verdauungskanal von Lepidoderma squammatum Duj. 840:1. *Bo*, Mundborsten; *D*, Mitteldarm; *fm*, gefaltete Membran zwischen den Muskelpartien; *Gl*, Glanzkörper; *gZ*, die letzten vorspringenden Zellen des Blasendarmes; *Kl*, Klebdrüsen; *L*, Lumen des Ösophagus; *Mr*, gefaltetes Mundrohr; *Oe*, Ösophagus; *Re*, collabirtes Rectum; *Reu*, reusenartige Krause; Sp_1, vordere, Sp_2, hintere Speicheldrüse; *Za*, zahnähnliche Cuticularleisten.

Fig. 11. Optischer Längsschnitt durch das Vorderende von Chaetonotus maximus Ehrb. 800:1. *Bo*, Mundborsten; *G*, Gehirn; *Mr*, Mundrohr; *Oe*, Ösophagus; *Sk*, Stirnkappe.

Fig. 12. Darstellung der Wasserströmung.

Fig. 13. Eibildung bei Chaetonotus maximus. 600:1. *D*, Mitteldarm; O_1, am weitesten ausgebildetes Ei mit fertigen Dotterschüppchen *Do*; O_2, jüngeres Ei der anderen Seite mit Dotterschüppchen in Bildung (Do_1); O_3 und O_4, unreife Eier; *Oe*, Ösophagus.

Fig. 14. Hinterende von Lepidoderma squammatum von unten. 900:1. *D*, Mitteldarm; *Kl*, Klebdrüsen; O_1, O_2, O_3, O_4, Eier; *Ov*, Ovarien; *Re*, Rectum; *X*, als Hoden beschriebenes Organ.

Fig. 15. Hinterende von Chaetonotus maximus von der Seite. 600:1. *D*, Mitteldarm; *Kl*, Klebdrüsen; *O*, Ei; *Ov*, Ovar; *Rm*, Rückenhautmuskel.

Fig. 16. Darmkanal von Chaetonotus persetosus mihi, vom Rücken. 875:1. *D*, Mitteldarm; *Gl*, Glanzkörper; *Oe*, Ösophagus; *Re*, Rectum.

Tafel XII.

Fig. 1. Lepidoderma squammatum Duj. von der Unterseite. 790:1. *Bo*, Mundborsten; *E*, Fußendtheil; *Fb*, Schuppen des Basaltheiles, welche Borsten vortäuschen; *Fl*, Flimmerband; *hCi*, hinteres seitliches Cilienbüschel; *Ke*, kegelartige Cuticularverdickung; *Kr*, Kerne des Flimmerbandes; *Mr*, Mundrohr; *lT*, seitliches Tastbüschel; *Pl*, Panzerplatten; *Sch*, ventrale Schuppen; Sch_1, hinterste ventrale Schuppen; Sch_2, vorletzte Schuppen.

Fig. 2. Lepidoderma squammatum Duj. vom Rücken. 525:1. *hT*, hinteres, *vT*, vorderes, *lT*, seitliches Tastbüschel; *t*, Tasthaare des Rückens.

Fig. 3. Kopf von derselben Species, vom Rücken. 850:1. Bezeichnung wie in voriger Figur.

Fig. 4. Kopf von Chaetonotus maximus Ehrb., von oben. 1700:1. *Sk*, Stirnkappe; sonst wie Fig. 2.

Fig. 5. Wassergefäßsystem von Chaetonotus maximus Ehrb. 1700:1. *D*, Mitteldarm; *Fb*, Flimmerband; *Ft*, Flimmerrohr; *G*, Gehirn; *Md*, Mündung des Exkretionssystems; *O*, Ei; *Oe*, Ösophagus; *R*, Retractor; *Schl*, Wassergefäßschlinge; *Wa*, Wassergefäßsystem.

Fig. 6. Haut von Lepidoderma squammatum Duj. im optischen Querschnitt.

Fig. 7. Rückenschuppen derselben Species. *a*, erste Kopfschuppe; *b*, zweite; *c*, Halsschuppe; *d*, Rumpfschuppe.

Fig. 8. Hinterende dieser Species von unten. 800:1. *Ba*, Basaltheil; *E*, Endtheil des Fußes; Fb_1 und Fb_2, Schuppen, deren Rand Borsten vortäuschen kann; *Fl*, Flimmerband; *Sch*, ventrale Schuppen; Sch_1, letzte, Sch_2, vorletzte Schuppen.

Fig. 9. Dasselbe von der Rückenseite. 800:1. *A*, After; *Ba*, Basaltheil; *E*, Endtheil des Fußes; *Fb*, Borsten vortäuschende Schuppen; *t*, Tasthaar.

Fig. 10. Hinterende von Chaetonotus maximus Ehrb. vom Rücken. 800:1. *A*, After; *Ba*, Basaltheil; *E*, Endtheil des Fußes; *Hb*, hinterste Rückenborsten unter dem After; *Se*, Seitenstacheln; Se_1, die zwei letzten stärkeren Seitenstacheln; *Sk*, die kurzen Rückenstacheln um die Tasthaare *t*.

Fig. 11. Normale Form der ventralen Schuppen von Lepidoderma squammatum.

Fig. 12. Stachel *St* von Chaetonotus maximus auf der Cuticula (*Cu*) aufsitzend.

Fig. 13. Stachelartige Hauterhebung bei Philodina aculeata. 1200:1. *Cu*, Cuticula; *Hy*, Hypodermis; *K*, Kern; *St*, Stachel.

Tafel XIII.

Fig. 1. Chaetonotus maximus Ehrb. von der Unterseite. 840:1. *Bo*, Mundborsten; *dS*, vorstehende dorsale Stacheln; *hCi*, hinteres seitliches Cilienbüschel; *Ke*, Kegel der Cuticula; *Mr*, Mundrohr; *lT*, seitliche Tasthaare; *Pl*, Platten der Cuticula; *Sa*, vorstehender dorsaler Stachel des Basaltheiles; *Sch*, Schuppen; Sch_1, hinterste Schuppen; *Se*, Seitenstacheln; *vb*, Verbindungsband der Flimmerstreifen; *vCi*, vorderes Cilienbüschel; *vS*, ventrale Stacheln des Basaltheiles.

Fig. 2. Ei dieser Species. 1300:1.

Fig. 3. Der Embryo dieses Eies in gleicher Lage. *Bo*, Mundborsten; *D*, Mitteldarm; *E*, Endtheil des Gabelschwanzes; *G*, Gehirn; *Gl*, Glanzkörper (?); *Me*, Eimembran; *Mr*, Mundrohr; *Oe*, Ösophagus.

Fig. 4. Chaetonotus maximus Ehrb. vom Rücken. 525:1. *dS*, letzte Rückenstacheln; *hT*, hintere, *vT*, vordere, *lT*, seitliche Tasthaare; *Sa*, dorsaler Stachel des Basaltheiles; *Se*, Seitenstachel; *Se*$_1$, letzte Seitenstacheln; *Sk*, Stirnkappe; *t*, Tasthaare.

Fig. 5. Chaetonotus similis n. sp. 525 : 1. Bezeichnung wie in Fig. 4.

Fig. 6. Eben aus dem Ei geschlüpfter Chaetonotus maximus Ehrb. 800 : 1.

Fig. 7. Kopfstachel, von oben.

Fig. 8. Rumpfstachel, von oben.

Fig. 9. Rumpfstachel, von der Seite. Alle drei von Chaetonotus maximus. Alle drei Figuren 2400 : 1.

Fig. 10. Rumpfstachel von Chaetonotus similis n. sp., von der Seite. 2400 : 1.

Fig. 11. Junger Chaetonotus maximus Ehrb. von der Seite. 700 : 1. *Ci*, ventrales Cilienband; *D*, Mitteldarm; *F*$_1$, oberes, *F*$_2$, unteres Seitenfeld; *G*, Gehirn; *Mr*, Mundrohr; *Oe*, Ösophagus; *Sa*, dorsaler Stachel des Basaltheiles; *Sk*, Stirnkappe; *t*, Tasthaare.

Fig. 12. Die Organe des eben dem Ei entschlüpften Embryo von Chaetonotus maximus Ehrb. 800 : 1. *D*, Mitteldarm; *G*, Gehirn; *Kl*, Klebdrüsen; *Mu*, Mund; *O*, Ei; *Oe*, Ösophagns; *Wa*, Wassergefäßsystem.

Tafel XIV.

Fig. 1. Chaetonotus persetosus mihi, vom Rücken. 525 : 1. *t*, Tasthaare des Rückens; *Se*$_1$, Seitenstachel; *Se*$_2$, letzte Seitenstachel.

Fig. 2. Chaetonotus persetosus, von der Seite. 525 : 1. *st*, Stirnkappe; *t*, Tasthaare.

Fig. 3. Kopf von Chaetonotus persetosus von der Unterseite. *fl*, Flimmerbänder; *I*, erstes; *II*, zweites Flimmerbüschel; *s*, seitliche Tasthaare; *S*, Seitenstacheln.

Fig. 4. Langer Rückenstachel von Chaetonotus persetosus sammt Schuppe. *X*, Nebenspitze.

Fig. 5. Hinterende von Chaetonotns persetosus von unten. *fl*, Flimmerbänder; *S*, Seitenstacheln; *SI*, *SII*, die zwei letzten großen Seitenstacheln; *y*, die zwei letzten schmalen Schuppen des ventralen Zwischenraumes; *x*, die zwei vorletzten ovalen Schuppen desselben; *z*, die sechseckigen Schuppen.

Fig. 6. Hinterende von Chaetonotus persetosus von oben. *B*, Basaltheil des Gabelschwanzes; *E*, Endtheil des Gabelschwanzes; *L*, Schuppen von schmaler Form; *Ms*, letzter medianer Rückenstachel; *t*, hinterste Tasthaare auf den Schuppen aufsitzend; *SII*, letzter Rückenstachel.

Fig. 7. Chaetonotus macrochaetus mihi, vom Rücken. 525 : 1. *t*, Tasthaare; *Se*, Seitenstacheln; *Se*$_2$, letzte Seitenstacheln.

Fig. 8. Derselbe, von der Seite.

Fig. 9. Langer Rückenstachel mit Schuppe von Chaetonotus macrochaetus. *S*, Stachel; *ns*, Nebenspitze; *P*, Schuppe.

Fig. 10. Stellung der Schuppen am Rücken des Hinterendes von Chaetonotus macrochaetus. *v*, vorn; *h*, hinten.

Fig. 10a. Schuppe, welche das hinterste Tasthaar trägt. *Th*, das Tasthaar; *W*, die Schutzwand.

Fig. 11. Chaetonotus brevispinosus mihi, 525 : 1; vom Rücken. *t*, Tasthaare;

x, grüne Körper (Algen?); *y*, augenähnliche Organe; Se_1, Seitenstacheln; Se_2, letzte Seitenstacheln.

Fig. 12. Stachel (*S*) dieses Chaetonotus mit Schuppe (*P*).

Fig. 13. Ventrale Ansicht des Hinterendes von eben demselben. *Fl*, Flimmerbänder; *Sh*, hinterste Stacheln des Zwischenraumes; Se_1, Seitenstacheln; Se_2, die letzten zwei Seitenstacheln; *vP*, Schuppen des Zwischenraumes.

Fig. 14. Ventrale Ansicht des Vorderendes, von demselben. *B*, Borstenkranz; *Mr*, Mundröhre; *Q*, Querlinie.

Fig. 15. Ichthydium podura O. F. Müller, vom Rücken. 525:1. *aT*, vorderes Tastbüschel; *hT* und *t*, Tasthaare.

Fig. 16. Dasselbe von der Unterseite. *Ba*, Basaltheil des Gabelschwanzes; *Ci*, vorderes ventrales Cilienbüschel; Ci_2, hinteres ventrales Cilienbüschel des Kopfes; *E*, Endtheil des Schwanzes; *fa*, Falten der Haut; *fl*, Flimmerbänder; *lt*, seitliches Tastbüschel des Kopfes; *Mu*, Mund.

Fig. 17. Chaetonotus hystrix Metschnikoff, 525:1; vom Rücken. *aT*, vorderes Tasthaar; *hT*, hinteres, *lt*, seitliches Tastbüschel des Kopfes; *t*, Tasthaare; Se_1, Seitenstacheln; Se_2, hinterste Seitenstacheln.

Fig. 18. Zwei Rückenstacheln aus einer Längsreihe des Hinterleibes von derselben Species in ihrer Stellung zu einander. *S*, Hauptstachel; *ns*, Nebenstachel, *P*, dreiflügelige Schuppe.

Fig. 19. Das hintere Tasthaar (*t*) derselben Species mit der Schuppe (*P*), und den Schutzwänden (*W*).

Fig. 20. Dieselbe Species von unten. Ci_1, Ci_2, vorderes, hinteres Cilienbüschel des Kopfes; *Fl*, Flimmerbänder; *hS*, hinterste ventrale Stacheln des Zwischenraumes; *Mu*, Mund; *Se*, Seitenstachel; Se_2, der letzte Seitenstachel; *vP*, ventrale Schuppen.

Tafel XV.

Alle Figuren bis auf Fig. 6 in 525facher Vergrößerung.

Fig. 1. Chaetonotus Schultzei Metschn., Fig. 1a, Rückenstachel, nach Gosse und Bütschli.

Fig. 2. Chaetonotus spinulosus Stokes, nach Stokes.

Fig. 3. Chaetonotus longispinosus Stokes, nach Stokes.

Fig. 4. Lepidoderma rhomboides Stokes, nach Stokes. *a*, Kopf von der Unterseite; *b*, Schwanz; *c*, Rückenschuppen; *d*, Totallänge.

Fig. 5. Rückenstachel von Chaetonotus larus O. F. Müller, nach Ludwig. Die Linie links giebt die Totallänge des Thieres an.

Fig. 6. Chaetonotus Bogdanovii, in seitlicher Ansicht, in willkürlicher Vergrößerung nach Schimkewitsch.

Fig. 7. Gossea antenniger, nach Gosse.

Fig. 8. Dasydytes goniathrix, nach Gosse.

Fig. 9. Chaetonotus tabulatus, nach Schmarda.

Fig. 10. Chaetonotus jamaicensis, nach Schmarda.

Fig. 11. Chaetonotus acanthophorus, nach Stokes.

Fig. 12. Eischalenstück von Chaetonotus spinulosus, nach Stokes.

Fig. 13. Eischalenstück von Lepidoderma squammatum, nach Stokes.

Fig. 14. *a*, Hinterende von Chaetonotus acanthodes, nach Stokes; *b*, Totallänge.

Fig. 15. Chaetonotus Slackiae, nach Gosse.

Fig. 16. Chaetonotus enormis, nach Stokes.

Fig. 17. *a*, Hinterende von Ichthydium sulcatum; *b*, Totallänge, nach Stokes.

Fig. 18. *a*, Hinterende von Lepidoderma concinnum; *b*, Totallänge nach Stokes.

Fig. 19. Lepidoderma ocellatum Metschnikoff, nach Ludwig.

Fig. 20. Dasydytes saltitans, nach Stokes.

Fig. 21. Dasydytes longisetosum, nach Metschnikoff.

Fig. 22. Chaetura capricornia, nach Metschnikoff.

Fig. 23. Chaetonotus spinifer Stokes. *a*, Rückenstacheln; *b*, Hinterende von unten; *c*, *d*, Eischalenstücke; *e*, Totallänge.

Über Sinnesorgane der Seitenlinie und das Nervensystem von Mollusken.

Von

Dr. **Johannes Thiele.**

Mit Tafel XVI und XVII.

Durch die große Ähnlichkeit, welche das Epithel der abdominalen Sinnesorgane der Lamellibranchier mit dem der Seitenorgane von Capitelliden zeigt, wurde mir die Frage nahe gelegt, ob diese Sinnesorgane in beiden Thiergruppen homolog und von gemeinsamen Voreltern ererbt, oder ob sie zweimal gesondert entstanden sind. Die vergleichende Anatomie hat mir indessen keinen sicheren Anhaltspunkt dafür geboten, so dass ich auf eine bestimmte Beantwortung dieser Frage verzichten muss. Ich wurde aber bei dem Streben, dieses Problem zu lösen, zu der weiteren Frage geführt: sind überhaupt bei Lamellibranchiern und bei anderen Mollusken Homologa der Anneliden-Seitenorgane vorhanden? — und hiermit war nothwendig die Frage nach der Homologie der Bestandtheile des centralen Nervensystems verbunden. Da meine Resultate von den bisherigen Anschauungen in manchen Punkten abweichen, so sollen dieselben hier mitgetheilt werden.

Unter den Forschern, welche in den letzten Jahrzehnten das Nervensystem der Mollusken bearbeitet haben, hat sich einer bereits auf den Boden gestellt, welchen auch ich für den einzig richtigen halte, um Verwandtschaftsbeziehungen zu erörtern, nämlich auf den der Phylogenie. Wenn dieser Forscher, Hermann von Ihering[1], dabei zu falschen Resultaten gekommen ist — dazu rechne ich vor Allem die Theorie eines diphyletischen Ursprunges der Mollusken —, so kann das selbstverständlich nicht dem Princip zur Last gelegt werden, und Spengel[2], welcher später aus der Homologie eines Sinnesorgans Schlüsse auf die Homologien des Nervensystems gezogen, dabei aber eine beliebige Gruppe, von der er selbst nicht überzeugt war, dass sie primitivere Verhältnisse darstellt als die anderen, zum Ausgang gewählt hat, ist gerade dadurch zu manchen Ergebnissen gekommen, die ich nicht als richtig anerkennen kann.

---

[1] Vergl. Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877.

[2] Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Diese Zeitschr. Bd. XXXV.

Alle Forscher stimmen darin überein, dass die Verhältnisse des Nervensystems der Amphineuren die primitivsten sind, die wir bei Mollusken kennen, darum glaube ich wird es unsere Aufgabe sein müssen, von dem Nervensystem dieser Thiere das der übrigen Mollusken abzuleiten, und das soll nunmehr versucht werden.

Mit Béla Haller[1] nehme ich an, dass von einer gemeinsamen Stammform aus sich Proneomenia und Chiton nach verschiedenen Richtungen entwickelt haben, daher wird man beide vergleichen müssen, um die primitiven Verhältnisse zu rekonstruiren. Im Nervensystem ist nach Béla Haller die »gleichmäßige Vertheilung« der Ganglienzellen ohne Knotenbildung bei Chiton als ursprünglicher Zustand anzusehen, andererseits die Verbindung von Bauch- und Seitensträngen durch ein starkes Nervengeflecht, welches Proneomenia besitzt.

Das Nervensystem verschiedener Chitonen ist von H. von Ihering und Béla Haller untersucht worden; da ich indessen einen kleinen Chiton rubicundus in Querschnitte zerlegt und beim Studium derselben einige interessante Abweichungen gefunden habe, so habe ich mehrere der Schnitte durch den Schlundring abgebildet (Fig. 1) und will hier meine Befunde mittheilen.

Der obere Schlundring zeigt in der Mitte ein Paar deutliche Anschwellungen (Fig. 1 *a*), welche gleich den Cerebralganglien von Proneomenia unmittelbar an einander und an der Medianebene des Thieres gelegen sind; von ihnen gehen reichliche Nerven nach vorn zum Mantel und nach unten zum Kopflappen und zur Mundöffnung. Ich trage kein Bedenken, diese Knoten, von denen Béla Haller nichts sagt, und welche daher bei dem erwachsenen Chiton siculus nicht zu erkennen sein mögen, als die Cerebralganglien des Chiton rubicundus in Anspruch zu nehmen. Seitlich von ihnen liegt über dem Schlundring, mit diesem in unmittelbarem Zusammenhange, ein Paar Ganglienknoten. Diese geben einen Nerv von ihrer Medianseite und einen von der Oberseite ab, welche beide den oberen Theil der Mundhöhle versorgen (Béla Haller's »oberer Ösophagusnerv« und »Nerv des Munddaches«); dadurch geben diese Ganglien sich als vordere Eingeweideganglien, oder vielmehr als ein Theil derselben zu erkennen. Sie entsenden nach hinten jederseits zwei weitere Nerven, von denen der obere bald in ein kleines Ganglion eintritt, welches dem Ösophagus seitlich unmittelbar anliegt und diesen versorgt, und dann eine Kommissur zu dem der anderen Seite abgiebt. Diese verläuft zwischen Ösophagus und Radulascheide, und in der Mitte derselben liegt wieder ein gangliöser Abschnitt, der die Radulascheide innervirt. Es besteht hier also das sonst einheitliche hufeisenförmige vordere Eingeweideganglion aus fünf getrennten Abschnitten, zwei paarigen und einem unpaaren, welche durch Connective unter einander zusammenhängen; bei Chiton siculus sind diese Theile als Anschwellungen kenntlich. Das erscheint mir darum interessant, weil es doch wohl darauf hinweist, dass dieses Ganglion sich aus verschiedenen ursprünglich getrennten Theilen aufbaut, von denen der vorderste von dem oberen Schlundring herzustammen scheint, und daraus erklärt sich auch die Innervation verschiedener Organe von diesem Centrum. Der untere Nerv, welcher von dem vorderen Abschnitte nach hinten geht, zieht unter dem Epithel des Mundes vorbei und verbindet sich mit der seitlichen Anschwellung des unteren Schlundringes.

---

[1] Die Organisation der Chitonen der Adria. I. Wiener Arbeiten. IV.

Der obere Schlundring giebt noch mehrere Nerven von seinem oberen Theil zum Mantel, vom unteren zum Rüssel ab und theilt sich neben dem Munde, ohne vorher eine wesentliche Anschwellung zu zeigen, in die dorsal und lateral gelegenen Seitenstränge und eine untere Hälfte. Diese theilt sich bald wiederum in die Pedalstränge und die unteren Schlundganglien, welche durch eine gangliöse Kommissur unter einander zusammenhängen. Von ihnen gehen die Connective zu den Ganglien des »Subradularorgans«, wie es Béla Haller nennt, welche etwas hinter dem unteren Schlundringe über dem Epithel vom ventralen Blindsacke des Mundes gelegen sind, der dieses Sinnesorgan enthält.

Der ventrale Theil des oberen Schlundringes innervirt also den Kopflappen und Rüssel, letzteren auch der untere Schlundring, der dorsale Theil des oberen, welcher sich in die Lateralstränge fortsetzt, den Mantel.

Bald nach der Trennung der Bauch- und Seitenstränge gehen von jenen Nerven nach oben und seitwärts, von diesen nach unten und der Mitte, die sich also entgegenziehen. Dasselbe wiederholt sich in der Folge oftmals — ich habe 28mal gezählt — gewöhnlich den Pedalkommissuren entsprechend. Ich habe diese Nerven namentlich am Hinterende des Thieres, wo dieselben sehr stark sind, mit Sicherheit von den Bauch- zu den Seitensträngen verfolgen können; es hängen also hier die Bauch- und Seitenstränge durch zahlreiche

Connective oder vielleicht durch ein Nervengeflecht unter einander zusammen.

Die entsprechenden Nerven hat **Béla Haller** nicht beschrieben, daher dürften sie den von ihm untersuchten Chitonen fehlen, denn sowohl die Nerven, die nach ihm von den Pedalsträngen zur lateralen Muskulatur gehen, als auch die von den Seitensträngen zu den Eingeweiden sind lange nicht so zahlreich, als die von mir bei Chiton rubicundus gefundenen Connective. Nur von einem dieser Nervenpaare giebt **Béla Haller** an, dass dadurch Bauch- und Seitenstränge zusammenhängen.

Die Pedalstränge sind nach der Trennung vom Schlundringe schwach, verstärken sich aber ansehnlich in der Gegend der ersten Kommissuren (Fig. 1 *h*). Weiterhin bleiben sie im Ganzen bis zu ihrer Endigung vor dem After gleich stark, wo sie nicht nur durch mehrere ziemlich dicht bei einander gelegene Kommissuren unter einander zusammenhängen, sondern auch die letzten Connective zu den Seitensträngen entsenden. Die Nerven im Fuße enthalten bald mehr bald weniger Ganglienzellen, welche stellenweise sogar kleine Anschwellungen verursachen können.

Die hier beschriebenen Differenzen mit dem Nervensystem anderer Chitonen scheinen mir darum von hohem Interesse, weil in ihnen sich eine bedeutend größere Übereinstimmung mit dem Nervensystem von Proneomenia zu erkennen giebt, hauptsächlich durch das Vorhandensein ähnlicher Cerebralganglien und durch die Verbindung zwischen Bauch- und Seitensträngen. Zum Theil mögen diese Verhältnisse darin ihre Erklärung finden, dass das untersuchte Thier ein junges gewesen ist — es war 7 mm lang —, ob indessen nicht auch der erwachsene Chiton rubicundus Abweichungen von den anderen untersuchten Chitonen zeigt, müsste noch festgestellt werden. Ich glaube jedoch, dass die allgemeine Bedeutung in beiden Fällen ziemlich dieselbe ist; im ersteren würden wir es mit ontogenetischen Vorgängen zu thun haben und die Eigenthümlichkeiten wären ererbte, die später verloren gehen, im anderen Falle würde das Nervensystem von Chiton rubicundus als das primitivere im Vergleich mit dem anderer Chitonen anzusehen sein.

Stellen wir nun die gemeinsamen Theile des Nervensystems von Chiton und Proneomenia neben einander. Beide besitzen (Taf. XVII, Fig. 2—4): 1) ein Paar Cerebralganglien, 2) ein Paar Bauchstränge (**Hubrecht**'s Pedalnerven), unter einander durch zahlreiche Kommissuren verbunden — bei Proneomenia am vorderen und hinteren Ende ein Paar Anschwellungen, 3) vorn von den Cerebralganglien — bei

Chiton und Neomenia von den seitlichen Theilen des Schlundringes — ausgehend ein Paar Seitenstränge (Hubrecht's Lateralnerven), bei Chiton und anderen Amphineuren hinten über dem Darm zusammenhängend; endlich 4) ein Paar untere Schlundganglien.

Über die Homologie dieser letzteren dürfte eine Bemerkung am Platze sein. Die sogenannten Sublingualganglien von Proneomenia liegen ihrem Namen nach unter der Radula und hängen mit den Cerebralganglien durch ein Paar Connective zusammen, so dass sie einem eigenen Schlundringe angehören; in dieser Beziehung scheinen sie mir eine viel größere Übereinstimmung mit den unteren Schlundganglien als mit den vorderen Eingeweideganglien von Chiton zu besitzen, denen sie Béla Haller homologisirt, denn diese liegen bei allen Mollusken, die hier in Betracht kommen, über der Radula. Sicherlich entspricht der größere Schlundring von Proneomenia, von welchem die Bauchstränge abgehen, in den Innervirungsverhältnissen nicht dem von Chiton, daher scheint mir gegen die Homologie des letzteren mit dem kleineren Ringe von Proneomenia nicht viel einzuwenden zu sein, während die vorderen Eingeweideganglien den Solenogastres fehlen würden.

Für die aufgezählten Theile will ich versuchen, bei den anderen Mollusken, welche sich von der Urform direkt ableiten lassen, Homologa aufzufinden, vorher aber noch Einiges über Sinnesorgane der Amphineuren mittheilen.

Bekanntlich sind von Moseley[1] Augen und eigenthümliche Sinnesorgane, die als Tastwerkzeuge »organs of touch which may to some extent take the place of the tentacles which are absent in the Chitonidae« — in Anspruch genommen werden, in der Schale gewisser Chitonen beschrieben worden. Dass diese Organe, die sogenannten Megalaesthetes und Micraesthetes, Tentakel ersetzen, halte ich für nicht wahrscheinlich, da sie doch unbeweglich in der Schale stecken, sie könnten eher als Hautsinnesorgane fungiren an Stelle der in der Dorsalfläche fehlenden Pinselzellen. Ich habe bei mehreren Arten die »Aesthetes« gesehen, kann aber Moseley's Beschreibung nichts Wesentliches hinzufügen. Ich habe mich vergebens bemüht, Nerven zu finden, welche von den Sinnesorganen abgehen; zwischen den Muskelfasern kann man von ihnen nichts entdecken, doch ist es wahrscheinlich, dass diese Sinnesorgane mit den Seitensträngen zusammenhängen, weil diese dem Schalenrande zunächst liegen, an welchem die Aesthetes mit dem Weichkörper in Verbindung stehen.

---

[1] On the presence of eyes in the shells of certain Chitonidae. Quart. Journal. 1885.

Der einzige Grund, welcher meiner Ansicht nach überhaupt dafür spricht, dass diese merkwürdigen Gebilde Sinnesorgane sind, ist ihre Verbindung mit Augen bei manchen Arten. **Moseley** hat aus der Angabe von **Costa** (Fauna di Napoli), dass Chiton rubicundus in der Schale dunkle Punkte habe, richtig geschlossen, dass diese Art mit dorsalen Augen ausgestattet ist — so weit mir bekannt ist die einzige der europäischen Fauna. **Moseley** hat aber **Costa**'s Beschreibung von der Verbreitung der Augen missverstanden, denn diese finden sich nicht nur »on one of the intermediate shells«, sondern auf allen acht Schalenstücken, und zwar auf den seitlichen Dreiecken der mittleren und auf den ganzen Endstücken (Fig. 4); **Costa** sagt: »gli spazî intercetti dalle solcature sono finamente punteggiati; e così pure sono le medesime elevazioni granulose di tutta la superficie.«

Die Augen dieser Art haben einen von dem Verhalten, wie es **Moseley** beschrieben hat, sehr abweichenden Bau, wie ein Vergleich meiner Fig. 8 mit **Moseley**'s Fig. 6 (Taf. VI) ergiebt. Der Pigmentbecher der früher beschriebenen Thiere ist groß und umhüllt die Linse, Retina und einen Theil des Verbindungsstranges. Bei Chiton rubicundus dagegen sind die Pigmentbecher klein, und ich habe in ihrem Inneren Nichts von percipirenden Elementen wahrnehmen können. Sie werden nach unten hin umgeben von einer zelligen Masse (*g*), welche vermuthlich Ganglion und Retina darstellt, mit kleinen ovalen stark gefärbten Kernen; durch die untere Spitze des Pigmentbechers dürfte ein lichtempfindliches Element hindurchtreten, da ich hier gelegentlich eine Unterbrechung des Pigmentes wahrgenommen habe. Auch der lichtbrechende Apparat von Chiton rubicundus ist ganz anders als bei den von **Moseley** beschriebenen Chitonen und es schließt sich viel näher als bei diesen an die gewöhnlichen »Aesthetes« an. Diese endigen mit einem eigenthümlichen knopfförmigen Körper (Fig. 7) von, wie es scheint, chitiniger Beschaffenheit, dessen Innenraum von einer hellen Masse erfüllt wird. Ein eben solches Gebilde sitzt auch über dem Pigmentbecher; der einzige Unterschied besteht darin, dass der Endknopf sonst nach innen konkav, hier konvex ist und daher eine bikonvexe Linse bildet. Von dem Augenganglion geht ein plasmatischer Strang (*n*) mit rundlichen Kernen, welche größer und nicht so stark gefärbt sind wie die im Ganglion, durch das Tegmentum hindurch bis zu der Hypodermis; er muss also den Nerv ersetzen, wenn das Endorgan ein Auge darstellt. Die Form des Ganzen wird durch einen Blick auf Fig. 8 am besten erläutert.

Wir haben hier also ein überaus einfaches Auge vor uns, das sich in seinem Bau sehr eng an die »Aesthetes« anschließt und mit großer Wahrscheinlichkeit aus diesen entstanden zu denken ist, wie es auch Moseley von den Augen der anderen Chitonen annimmt.

Ich will hier auch einer anderen Bildung bei Chiton rubicundus Erwähnung thun, welche vielleicht die Taster anderer Mollusken bis zu einem gewissen Grade ersetzen mag, nämlich langer beweglicher Borsten, welche auf der Oberseite des Körperrandes stehen, meist in der Drei- oder Vierzahl neben einander in einer Radiallinie (Fig. 4). Sie sind etwas gekrümmt. Auf den Querschnitten des entkalkten Thieres sind sie eben so wie die Spicula des Randes aufgelöst, man nimmt aber eigenthümliche Gebilde wahr, welche ohne Zweifel als die Träger dieser Borsten in Anspruch zu nehmen sind (Fig. 11). Diese liegen zwar manchmal in etwas größerer Anzahl (fünf bis sechs) bei einander, da indessen die Borsten sehr vergänglich sind, so sehe ich darin keinen Grund gegen eine solche Deutung; aus dieser Ursache werden sie auch wohl häufig, namentlich bei älteren Thieren, ganz fehlen. In der Cuticularschicht, welche die Spicula einschließt, liegen becherförmige Chitinkörper eingebettet, und deren äußerer Theil bildet eine Gelenkpfanne für den Knopf eines anderen Chitinkörpers, der mit seinem weinglasförmigen Ende wahrscheinlich die Wurzel der kalkigen Borste umgab. Das Material, aus welchem diese Gebilde bestehen, unterscheidet sich durch seine gelbliche Farbe und seinen starken Glanz sehr wesentlich von der Cuticularsubstanz, daher bezeichne ich es als Chitin — es hat darin Ähnlichkeit mit der Epicuticula der Molluskenschalen.

Der Fuß des inneren Bechers ist hohl und enthält einen faserigen Strang, der nach innen bis zur Hypodermis zu verfolgen ist, deren Zellen sich hier zu einer Art Papille gruppirt haben, während er außen sich an die Gelenkpfanne ansetzt, wo er vermuthlich eine Drehung des äußeren Bechers mit der Borste zu bewirken vermag. Der ganze Apparat wird in Blindsäcken gebildet, welche unter der Hypodermis sich an die Gruppen dieser Borsten anschließen und weit ins Innere des Mantelrandes erstrecken; die auskleidenden Zellen entstammen der Hypodermis. Manchmal liegen Chitinbälge im Grunde dieser Blindsäcke, woraus die Funktion der letzteren sich unzweideutig ergiebt. Später müssen die Borsten vorgeschoben werden, bis die Bälge in die Cuticula zu liegen kommen.

In Betreff der Homologien der »Aesthetes« mit anderen Gebilden meint Moseley, dass sie »not homologous with the spine-bearing funicles at all which are of more ancient origin, occurring in Proneomenia« sind, auch nicht »homologous with the spines of the girdle or rather with the funicles by which these spines are supported«. Es wäre aber doch nicht unmöglich, dass die von Hubrecht beschriebenen Fortsätze der

Hypodermis von Proneomenia Tastborsten tragen, also auch als Sinnesorgane anzusehen wären. Ich bin wenigstens zu dieser Ansicht gekommen durch einen Vergleich mit den Verhältnissen, die ich bei einem anderen Proneomenia-ähnlichen Thiere gefunden habe. Hier sind ganz ähnliche Hypodermisfortsätze vorhanden, welche, senkrecht zur Oberfläche gerichtet, die sehr starke mit vielen Spicula erfüllte Cuticularschicht durchziehen, aber, so viel ich gesehen habe, nie eine Borste tragen, sondern mit einer Anschwellung dicht unter der Oberfläche enden. Man sieht hier in der Cuticularschicht einen Hohlraum, aber nicht eine Durchbohrung nach außen. Der untere schmale Theil der keulenförmigen Fortsätze ist faserig, der obere verdickte enthält Hohlräume, wie ich sie ähnlich auch bei Chitonen in den »Aesthetes« sehe. Von der Wurzel dieser Organe habe ich manchmal eine Faser abtreten gesehen, welche schräg die Ringmuskulatur durchsetzte, und welche vielleicht einen Nerv darstellte.

Ich möchte diese Bildungen als Tastkörper ansehen, welche ähnlich denen in der Haut höherer Thiere nicht mit der Oberfläche direkt in Verbindung stehen, wie die Pinselzellen, sondern von einer elastischen Schicht bedeckt sind, welche einen Druck, der auf sie ausgeübt wird, den in ihr steckenden Sinnesorganen mittheilt. Diese haben hier keine eigenen Endorgane, wie sie bei Proneomenia Sluiteri die Borsten darstellen mögen, und ich nehme an, dass die »Aesthetes« der Chitonen aus solchen Hypodermisfortsätzen entstanden sind, indem sich die beschriebenen Endkörper aus der Cuticularsubstanz des Tegmentum differenzirt haben.

All' diese Sinnesorgane sind zwar keine eigentlichen Seitenorgane, ich habe sie aber hier erwähnt, da sie zum großen Theil von den Seitensträngen aus innervirt werden. Später werden eigentliche Seitenorgane von Chiton zu erwähnen sein, welche allerdings keine Sinnesorgane mehr sind.

Die Ansicht, welche von H. von Ihering, Spengel und Bütschli[1] ausgesprochen ist, dass die symmetrischen Lamellibranchier dem Urmollusk nahe stehen, ist wohl unzweifelhaft richtig. Unter ihnen werden wir als die primitivsten Formen bezeichnen die Genera Arca und Meleagrina. Schon H. von Ihering hat diese unter den ältesten Muschelgeschlechtern aufgeführt, und Neumayr[2] hat dann auf Grund der vergleichenden Betrachtung des Schlosses vor allen anderen Arca als die ursprünglichste der lebenden Bivalven bezeichnet. Ich selbst bin nach meinen Untersuchungen an diesem Genus in der Lage, Neumayr's Anschauung bestätigen zu können.

---

[1] Bemerkungen über die wahrscheinl. Herleitung der Asymmetrie der Gastropoden, spec. der Asymmetrie im Nervensystem der Prosobranchiaten. Morphol. Jahrbuch. XII.

[2] Zur Morphologie des Bivalvenschlosses. Sitzungsber. der Wiener Akad. der Wissenschaften. 1883. Bd. LXXXVIII.

Das Nervensystem von Arca Noae (Taf. XVII, Fig. 5) besteht aus 1) einem Paar Cerebralganglien neben dem Schlunde, durch eine lange obere Schlundkommissur verbunden; von ihren Homologien soll später gesprochen werden; 2) zwei Paaren von ventralen Ganglien, die mit den Cerebralganglien durch zwei Paar Connective in Verbindung stehen; 3) einer Reihe am Mantelrande gelegener und unter einander zusammenhängender kleiner Ganglien mit einem System von Sinnesorganen. Die letzteren will ich hier nicht beschreiben, da sie in letzter Zeit mehrfach genau untersucht und beschrieben worden sind. Dieser Mantelring steht durch mehrere Nerven mit den Cerebral- und den hinteren ventralen Ganglien in Verbindung und ist hinten entsprechend der Vereinigung beider Mantellappen über dem Darme gelegen.

Von Duvernoy[1] ist bei Monomyariern und bei Pinna ein gangliöser Mantelrandnerv beschrieben; das Verhalten bei Arca ist ganz ähnlich, da der Mantelrand durchweg mit Sinnesorganen besetzt ist, die unter einander durch ein Nervengeflecht zusammenhängen. Bei Siphoniaten ist der Ringnerv rückgebildet und aus ihm dürften die Siphonalganglien hervorgegangen sein.

Zuerst will ich die Frage erörtern, ob dieser Mantelring in die vergleichende Betrachtung hineinzuziehen ist. Wenn schon die wohlausgebildeten Sinnesorgane bei Arca darauf hinweisen, dass wir es nicht mit sekundär erworbenen Gebilden zu thun haben, so wird es vielleicht noch mehr zur Klärung dienen, wenn ich einige Worte über die phylogenetische Entstehung des »Mantels« der Acephalen beifüge. Nach meiner Ansicht, welche ich hier nicht in extenso erörtern kann, stammen die Mollusken von flachgedrückten breiten Thieren ab, nämlich von den cotyleen Polycladen. Auf eine verwandtschaftliche Beziehung beider Thiergruppen ist bereits von verschiedenen Forschern hingewiesen worden, so betont Hubrecht die Ähnlichkeit im Bau der Nerven von Plathelminthen und Proneomenia und betrachtet die zahlreichen Kommissuren dieses Thieres als einen Rest des Nervengeflechtes der Polycladen, worin ich ihm durchaus beistimme.

Die Seitentheile des Körpers, deren Ränder nach Arn. Lang[2] mit zwei Systemen von Sinnesorganen besetzt waren, mit augenartigen Gebilden und mit Tastwerkzeugen, sind die Anfänge gewesen für die

---

[1] Mémoires sur le système nerveux des Mollusques acéphales. 1853.

[2] Monographie der Polycladen.

Bildung des Mantels der Acephalen. Auch hier finden wir bei den ältesten Geschlechtern Augen und Tastwerkzeuge. Bei Anonymus virilis ist ein Ringnerv vorhanden, welcher genau wie bei Acephalen die Sinnesorgane unter einander verbindet.

Erst später — desshalb später, weil bei Polycladen noch nicht vorhanden — hat sich eine dorsale Schale ausgebildet. Das konnte nun entweder dadurch geschehen, dass die dorsale Fläche jener seitlichen Körpertheile die Schalenbildung übernahm, so bei Lamellibranchiern, oder auch dadurch, dass sich eine besondere Hautfalte darüber ausbreitete, welche die Schale erzeugte. Daraus folgt dann, dass ein Zusammenhang dieser sekretorischen Mantelfalte mit jener sensoriellen Falte, welche dem Körperrande der Polycladen entspricht, ein zufälliges oder vielmehr, wie ich glaube, durch die so bedeutende Ausdehnung der Schale bei Lamellibranchiern bedingtes Verhalten ist, welches bei anderen Mollusken sich nicht wiederzufinden braucht und sich in der That nicht findet. Bei Arca tragen nach Patten[1] die Mantelränder eine dorsale »shell fold«, eine mittlere »ophthalmic fold« und eine ventrale »velar fold« (vgl. Patten's Fig. 56); von ihnen mag die erstere eine Andeutung der sekretorischen, die zweite eine solche der sensoriellen Falte sein, während die letzte vermuthlich Neubildung ist. Selbstverständlich will ich nicht behaupten, dass die Schalen der Lamellibranchier und Gastropoden überhaupt nicht homolog sind, sondern vielmehr, dass die in der Mitte des Rückens befindliche erste Anlage erst bei ihrer Vergrößerung das eine Mal auf die schon vorhandenen Seitentheile, das andere Mal auf eine neugebildete Falte überging, oder dass bei den Muscheln die beiden Falten von einer gemeinsamen Hautduplikatur getragen werden, bei Gastropoden dem Körper unmittelbar ansitzen.

Bringen wir den Ringnerv und die dazugehörenden Sinnesorgane von Anonymus in Zusammenhang mit dem Mantelrandnerv der Acephalen, so müssen wir letzteren ohne Zweifel mit in die vergleichende Betrachtung hineinziehen, was von Spengel nicht geschehen ist; Bütschli hat ihn berücksichtigt, aber doch die Verhältnisse noch nicht klargelegt. Dieser Forscher sagt: »Bei den Lamellibranchiern mag die Sonderung des ursprünglichen Kiemeneingeweidestranges in einen dem Mantelrand folgenden Mantelnerv und eine Visceralkommissur noch nicht ganz völlig zu Stande gekommen sein, so dass beide Nervenstränge am Hinterende noch im Zusammenhange blieben. Auf diese Weise würde es sich erklären, dass bei den Muscheln der Mantelnerv hinten mit dem Visceralganglion in Verbindung steht, respektive wie dies gewöhnlich geschildert wird, die hintere Halfte des Mantelringnerven aus dem Visceralganglion entspringt.« Der Ringnerv entspringt aber nicht aus dem »Visceralganglion«, sondern nur die Nerven, welche ihn mit diesem in Verbindung setzen.

---

[1] Eyes of Molluscs and Arthropods. Mitth. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. VI.

Nach der Lage ist es nicht zweifelhaft, dass diesem Ringnerv die Seitenstränge der Amphineuren entsprechen; namentlich bei Chiton umsäumen sie den flachen Körper mit Ausschluss der seitlichen Verbreiterung, welche als sekundäre Bildung anzusehen ist — ganz ähnlich wie bei Arca, wenn man sich die Mantellappen seitlich ausgebreitet denkt.

Es stimmt vor Allem bei beiden die dorsale hintere Vereinigung beider Hälften überein.

Wenn wir ferner eine Thatsache berücksichtigen, welche Kowalevski[1] in der Entwicklungsgeschichte von Chiton anführt, dass die Larve mit einem Paar Augen versehen ist, welche den Seitensträngen anliegen: »ces yeux sont placés sous la peau et sur le nerf branchial« (Fig. 9), so wird die Übereinstimmung zwischen den Seitensträngen und dem Mantelrandnerv immer größer, wenn wir damit die andere Thatsache zusammenhalten, dass bei einer jungen Arca Noae von mir zwei große Pigmentbecher vorn am Mantelrande beobachtet sind[2] (Fig. 10).

Die Augen der Chitonlarven bilden sich, wie es scheint, beim erwachsenen Thiere zurück. Unter den Seitensträngen zeigt bei dem untersuchten Chiton rubicundus das Epithel vor den Kiemen eine größere Höhe als das der Umgebung und scheint ein Sinnesepithel zu sein.

Sprechen also die angeführten Gründe: Verbindung mit Augen und anderen Sinnesorganen sowie die Lage zum Darm entschieden für eine Homologie der Chiton-Seitenstränge und des Mantelrandnerven der Arca, so setzt auch die Art der Verbindung mit dem übrigen Nervensystem der Homologisirung kein Hindernis entgegen. Für diese Verhältnisse ist ein Vergleich mit Proneomenia oder Chiton rubicundus geboten, weil hier die ursprüngliche Verbindungsweise am besten erhalten ist, wie oben gezeigt wurde. Die Seitenstränge stehen mit den Bauchsträngen durch zahlreiche Connective in Zusammenhang. Stellen wir uns nun vor, dass die gangliösen Bestandtheile der Bauchstränge sich aus den mittleren Theilen nach beiden Enden hinziehen, was bei Proneomenia bereits durch die vorderen und hinteren Verdickungen angedeutet ist, so werden auch die Connective und Kommissuren nach den Enden hin verschoben werden müssen, so weit sie sich nicht rückbildeten. Dadurch verstärkt sich nicht nur die Kommissur zwischen den hinteren Bauchganglien, sondern es wird auch die Verbindung zwischen Bauch- und Seitensträngen nach dem Vorder- und Hinterende der ersteren verlegt werden: nach den Cerebralganglien, respektive den Seitentheilen des Schlundringes, und den hinteren Bauchganglien. Genau so liegen die Verhältnisse bei Arca. Die Nerven zum Mantelrande entspringen aus den Cerebral- und den »Visceralganglien« Spengel's. Die peripherische Verzweigung dieser Nerven ist dann ein Rest des Geflechtes zwischen Bauch- und Seitensträngen. Wenn bei Proneomenia die Bauchstränge von den unteren Anschwellungen des Schlundringes ausgehen, bei Arca dagegen von den Cerebralganglien, so erklärt sich der Unterschied dadurch, dass die Connective zwischen Cerebral- und hinteren Bauchganglien sich bei der fortschreitenden Lokalisirung der Ganglienzellen von den vorderen Bauchganglien getrennt haben.

---

[1] Embrogénie du Chiton Polii. Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille. Tome I.

[2] Nach A. Lang sind auch bei Polycladen zuerst zwei Augen vorhanden, durch deren Theilung dann die übrigen entstehen sollen.

Nunmehr ist also die weitere Homologie gegeben: die Bauchstränge der Amphineuren entsprechen der »Visceralkommissur« mit dem hinteren Ganglienpaar der Muscheln in ihrer Lage und in ihren Beziehungen zu den Seitensträngen.

Auf eine Würdigung der Beweisführung Spengel's wird später eingegangen werden. Hier sei nur bemerkt, dass die Visceralkommissur der Prosobranchier nicht dem entspricht, was Spengel bei Lamellibranchiern als Visceralkommissur bezeichnet hat, daher möchte ich für jene Ganglien, welche bei diesen Thieren unter dem hinteren Schalenschließer liegen, die bereits gebrauchte möglichst indifferente Bezeichnung »hintere Bauchganglien« vorschlagen.

Wenn also der Mantelrandnerv und die hinteren Bauchganglien der Muscheln ihre Homologa gefunden haben in den Seiten- und Bauchsträngen der Amphineuren, so bleibt noch die Frage nach einem Äquivalent der »Pedalganglien« zu beantworten. An der entsprechenden Stelle liegt bei Proneomenia ein gangliöser Schlundring. Wenn auch ein Unterschied darin begründet ist, dass mit dieser unteren Schlundkommissur die Bauchstränge zusammenhängen, während die Pedalganglien der Muscheln nur mit den Cerebralganglien in Verbindung stehen, so glaube ich doch hierin keinen Grund gegen eine Homologie beider Gebilde sehen zu dürfen, wie oben ausgeführt wurde.

Die Bauchstränge von Proneomenia bilden mit dem unteren Schlundringe ein zusammengehöriges Ganze, die vorderen ventralen Ganglien gehören zu beiden, und so gehören auch die beiden Ringe um den Verdauungstract bei Arca zusammen, und ihre Summe ist den

Pedalganglien anderer Mollusken homolog, da auch diese aus den Bauchsträngen der Amphineuren hervorgegangen sind.

Es ist zuerst die Verbindung mit den Seitensträngen, die für eine Homologie der hinteren Bauchganglien von Arca mit dem hinteren Theile der Bauchstränge spricht, und wenn dieser Grund meiner Ansicht nach das größte Gewicht besitzt, so werden wir bei Berücksichtigung der Innervirungsverhältnisse nur desto mehr die Richtigkeit einer solchen Auffassung erkennen. Die Bauchstränge von Proneomenia und von Chiton versorgen die Muskeln der ventralen Körperseite und des Fußes; dieselben sind bei den Amphineuren in der Länge des Thieres ziemlich gleichmäßig vom Vorder- bis zum Hinterende vertheilt, und dem entsprechend bilden ihre Innervirungscentren gangliöse Stränge ohne wesentliche Knotenbildung. Bei Arca sind diese Verhältnisse bedeutend verändert. Die Muskulatur des ventralen Hautmuskelschlauches, welche zur Lokomotion dient, ist nur im vorderen Theile stark entwickelt, in der hinteren Hälfte rückgebildet. Das System der Quermuskeln zerfällt in mehrere Abschnitte, welche durch ziemlich bedeutende Zwischenräume getrennt sind; der hinterste Theil ist am mächtigsten entwickelt, er besteht aus den dorsoventralen Retractores pedis posteriores und dem horizontalen Adductor posterior; beide sind bei anderen Mollusken schwach entwickelt, meist wahrscheinlich ganz verschwunden. Diese Muskeln werden innervirt von den hinteren Bauchganglien; die vorderen Retractores pedis, sowie die lokomotorische Muskulatur von den vorderen Bauchganglien, während der dorsale Adductor anterior sein Innervirungscentrum in den Cerebralganglien hat.

Für die vorderen Eingeweideganglien und den kleinen Schlundring habe ich bei Arca kein Homologon gefunden, doch scheint bei Meleagrina ein Rest erhalten zu sein in dem von Mayaux[1] beschriebenen »Buccalganglion«. Auch für den Schlundring von Chiton scheint ein Homologon hier vorhanden zu sein. Ich will Mayaux' Beschreibung hier beifügen. »Chez l'huitre perlière j'ai observé très-distinctement un filet nerveux naissant du cerveau entre les commissures cérébroide et cérébro-pédieuse et qui ne tarde pas à se bifurquer en deux rameaux, l'un antérieur aboutissant bientôt à une masse ganglionnaire allongée, mal limitée, mais assez volumineuse, d'oû partent des nerfs nombreux qui se distribuent aux parois de l'oesophage et à la masse musculaire du pharynx. — Ce ganglion mérite tout-à-fait le nom de ganglion buccal. — Le second rameau de la bifurcation se dirige transversalement et un peu en arrière, jusqu'à ce qu'il rencontre la branche similaire du côté opposé, à laquelle il s'unit. Il se forme alors une sorte de commissure jugulaire analogue à celle que M. Lacaze-Duthiers a décrit chez l'Haliotide.«

---

[1] Sur l'existence d'un rudiment céphalique, d'un système nerveux stomatogastrique et quelques autres particularités morphologiques de la Pintadine (Meleagrina margaritifera). Bull. de la Soc. Philomat. de Paris. Tome X.

Die bisher angestellten Betrachtungen ergaben folgende Resultate: der Hauptschlundring der Amphineuren mit einem Theil der Bauchstränge entspricht dem der Lamellibranchier mit den Pedalganglien, die ich lieber vordere Bauchganglien nennen möchte, die Bauchstränge den hinteren Bauchganglien mit ihren Connectiven, die Seitenstränge dem Mantelrandnerv.

Wenn es weiter gilt, das Nervensystem der Prosobranchier auf das der Amphineuren zu beziehen, so muss zuerst wiederum entschieden werden, welche Formen die phylogenetisch ältesten sind, weil man sonst zu falschen Resultaten gelangen könnte. Es erscheint mir unzweifelhaft, dass die Rhipidoglossen in jeder Hinsicht den Amphineuren am nächsten stehen, und unter ihnen stellt Haliotis im Ganzen den niedersten Zustand dar. Dafür spricht eine ganze Reihe von Gründen. Haliotis zeigt nach Wegmann[1] mehrfache Beziehungen zu Lamellibranchiern, unter Anderen die Zweizahl mehrerer Organe, die bei höheren Prosobranchiern unpaarig sind (Kiemen, Vorhöfe, Bojanus'sche Organe), ein vom Enddarm durchbohrtes Herz, ein Coecum zwischen Magen und Darm, ferner ist die Entwicklung von Fissurella, welche man wegen ihrer scheinbaren Symmetrie für primitiver gehalten hat, ein Grund für meine Ansicht, da dieses Thier in gewissen Jugendstadien nach Boutan[2] wegen der gewundenen Schale und des Mantelschlitzes eher für eine kleine Haliotis gehalten werden könnte; endlich sind bei Haliotis im Nervensystem die Ganglienknoten noch sehr wenig abgesetzt, weniger als bei anderen Prosobranchiern — doch sicherlich ein primitives Verhalten. Darum halte ich mich für berechtigt, das Nervensystem der Haliotis zur Vergleichung mit dem der Amphineuren zu wählen (Taf. XVII, Fig. 6).

Ich habe das Nervensystem einer kleinen Haliotis tuberculata (von etwa 15 mm Länge) untersucht, nachdem ich das Thier in Querschnitte zerlegt hatte. Eine Anzahl der Durchschnitte durch das Nervensystem habe ich in Fig. 2 und 3 dargestellt, da ich glaube, dass nach der Beschreibung von Lacaze-Duthiers[1] und den Angaben Béla Haller's noch Manches nicht genügend klar geworden ist.

---

[1] Histoire naturelle des Haliotides. Arch. de zool. exp. et gén. II. série. tome II. 1884.

[2] Recherches sur l'anatomie et le développement de la Fissurelle. Arch. de zool. exp. et gén. II. série. tome III bis Suppl.

Es fällt schon in den ersten Schnitten, welche den Schlundring getroffen haben, auf, dass dieser aus einer unteren Hälfte, welche stark mit Ganglienzellen besetzt ist, und einer oberen nicht gangliösen besteht; von jener gehen nicht weit von der Medianlinie entfernt zwei starke Nerven nach unten zu dem sensiblen Epithel an der Mundöffnung (Fig. 2 *a*) und geben ein Paar feine Zweige zum Vorderende der Kieferscheide ab. Die weiteren Schnitte zeigen, dass die obere Hälfte, welche durch eine Einsenkung von der unteren abgesetzt ist, einen kleineren Bogen beschreibt als die letztere, und dass diese ein zweites Nervenpaar zur Mundöffnung entsendet (Fig. 2 *b* und *c*). Nunmehr wird auch der obere Theil gangliös und vergrößert sich mehr und mehr; dabei tritt auch an ihm eine Längsfurche an der Innenseite auf, wodurch der Ring eine Sonderung in drei Abschnitte erkennen lässt, von denen der oberste zunächst die geringste Zahl von Ganglienzellen aufweist (Fig. 2 *d*). Allmählich nähert sich der starke gangliöse Tentakelnerv dem untersten Theile, welcher wieder einen starken Nerv zum Munde abgiebt, ohne indessen den Tentakelnerv aufzunehmen; dieser ist zwar dem bezeichneten Theile dicht angelagert, zieht aber, ohne sich mit ihm zu verbinden, schräg an ihm vorbei und geht schließlich in den mittleren Theil des Ringes über (Fig. 2 *e*—*g*), an dem er eine starke Anschwellung verursacht. Der Sehnerv, welcher viel schwächer ist, hat sich dem Tentakelnerv genähert und, nachdem dieser mit dem Schlundring verschmolzen ist, zieht er noch eine Strecke weit an diesem nach hinten und geht in den oberen Theil des mittleren Abschnittes über; nach seiner Verschmelzung indessen ist die Grenze des oberen Abschnittes unter der Anschwellung des Augennerven gelegen, so dass es schwer zu entscheiden ist, von welchem der beiden Abschnitte der Nerv abgeht. Inzwischen hat sich ein Nerv, welcher von der sog. Krause kommt, dem Schlundringe genähert; auch er verschmilzt mit dem mittleren Abschnitte desselben (Fig. 2 *k*, *l*). Der oberste Theil ist jetzt der mächtigste geworden, und an dieser Stelle sind die »Cerebralganglien« gelegen; von ihm habe ich nur einen ziemlich schwachen Nerv jederseits abtreten gesehen, welcher nach oben zur Kopfhaut geht (Nerf cervical du cou nach Lacaze-Duthiers). Der unterste Theil hat noch zwei weitere Nerven auf jeder Seite zur Mundöffnung abgegeben.

Die drei beschriebenen Abschnitte des Schlundringes sind bisher nur durch mehr oder weniger tiefe Furchen von einander abgegrenzt gewesen; jetzt trennt sich der unterste vollkommen von dem oberen Theile (Fig. 2 *m*) und nicht weit dahinter theilt sich auch dieser in eine kleine untere und eine größere obere Partie, von denen letztere zunächst noch gangliös bleibt (Fig. 2 *n*). Hier verbindet sich der unterste Abschnitt mit dem Connectiv des vorderen Eingeweideganglions, welches schon auf den vorhergehenden Figuren dargestellt wurde, und dann mit demselben Abschnitt der anderen Seite durch eine gangliöse Kommissur unter dem Schlunde, welche erst ein wenig nach hinten, dann nach vorn gerichtet ist, so dass die Querschnitte zuerst die Mitte, dann die seitlichen Theile treffen (Fig. 2 *o*, *p*).

---

[1] Ann. des sciences nat. Zoologie. IV. sér. t. XII. 1859.

Diese Kommissur ist vergleichend-anatomisch von hoher Bedeutung, und um so mehr ist ihr Vorhandensein hervorzuheben, da dieses bisher nicht genügend gewürdigt und von Béla Haller bestritten ist. Dieser Forscher sagt (Marine Rhipidoglossen, I, p. 5 und 6), dass die Cerebralganglien bei Haliotis und Fissurella einen hinteren Fortsatz haben, dessen Nerven bei Haliotis tuberculata »jederseits die vordere laterale Fläche des Mundbodens« versorgen und »spärliche Äste auch an die Unterlippe« abgeben. »Eine Verbindung der beiderseitigen Theile ist jedoch nicht vorhanden«, während nach Lacaze-Duthiers der Endast sich mit dem der anderen Seite verbindet. Bei dem von mir untersuchten Thiere ist also, wie wir sahen, eine gangliöse untere Schlundkommissur vorhanden. Auch hierin sehe ich einen Beweis für meine Ansicht, dass Haliotis phylogenetisch tiefer steht als die anderen Prosobranchier, weil diese untere Schlundkommissur genau der von Chiton entspricht, während sie bei den anderen Gastropoden sich rückgebildet hat. Die Homologie dieser Gebilde bei Chiton und Haliotis ist so klar, dass sie kaum eingehend begründet zu werden braucht; der Hauptgrund dürfte außer der Lage die Verbindung mit den Connectiven zu dem vorderen Eingeweideganglion sein, welche bei beiden von den seitlichen Verdickungen der unteren Schlundkommissur entspringen. Von Fissurella giebt Béla Haller an, dass diese Connective von den Pleuralganglien entspringen und neben dem Cerebropleuralconnectiv verlaufend durch die Cerebralganglien hindurchtreten. Ein solches Verhalten habe ich bei Haliotis nicht wahrnehmen können.

Der ventrale Abschnitt des oberen Schlundringes, welcher sich in die untere Schlundkommissur fortsetzt und so einen geschlossenen Ring bildet, dürfte als das Centrum für den Rüssel zu bezeichnen sein, da seine Nerven dessen Sinnesorgane und Muskeln versorgen, der mittlere nimmt die Nerven der Tentakel, der Augen und der Krause auf; über die Bedeutung des dorsalen Abschnittes bin ich nicht ins Klare gekommen, da das eine Paar schwacher Nerven, die ich von ihm allein habe abgehen gesehen, seine Bedeutung kaum erklären dürfte.

Die Fortsetzungen der beiden letzten Theile bilden die Connective zu den Pleuropedalganglien. Das untere ist als Cerebropedalconnectiv anzusehen; es giebt noch weitere Nerven zur Krause ab, und jederseits einen zu den ventralen Theilen des Kropfes (?), weiter hinten einen, der zwischen Leibeswand und Kropf hinaufzieht; dieses Paar ist unsymmetrisch, da der rechtsseitige Nerv von der Außenseite, der linke weiter hinten von der Innenseite des Cerebropedalconnectivs entspringt.

Das obere Connectiv ist das cerebropleurale. Beide werden, nachdem sie eine Strecke weit keine Zellen enthalten haben, wiederum gangliös und vereinigen sich mit einander (Fig. 3 *a*), alsdann mit den vorderen Pedalnerven (Fig. 3 *b*) und weiter mit dem entsprechenden Theile der anderen Seite durch die Pleuralkommissur, über welcher die Otocysten sichtbar werden (Fig. 3 *c*). Von diesen treten die Nerven seitwärts ab, ziehen ein wenig nach hinten und gehen in die Winkel zwischen den Pleuralganglien und deren Kommissur über (Fig. 3 *e*, *ac*). Von einer Verbindung mit den Cerebralganglien durch Nerven, welche den Cerebropedalconnectiven angelagert sind, wie bei Fissurella, war nichts zu bemerken. Kurz vor den Otocysten geht ein Nervenpaar von den mittleren Theilen der Pleuralganglien nach oben ab, von denen der linke zwischen Kropf und Leibeswand, der rechte zwischen jenem und dem Darm verläuft. Die Pleuralkommissur ist nicht bloß sehr stark, sondern sie ist auch in der Mitte angeschwollen, und da sie stark gangliös ist, so kann sie als ein mittleres Ganglion angesehen werden. Die Durchschnitte dieses Theiles sind x-förmig, wie Fig. 3 *c*—*f* zeigen. Aus den seitlich von der Pleuralkommissur gelegenen Theilen entspringen die beiden Mantelnerven, zuerst der linke, etwas weiter hinten der rechte (Fig. 3 *e*, *f*), und die oberen Abschnitte der Ganglienmasse lösen sich dann ab (Fig. 3 *g*), um schräg nach hinten und oben zu ziehen: die Anfangsstücke der Visceralkommissur. Diese ist ein starker gangliöser Strang, der sich nach der Abtrennung von der Pleuropedalmasse nicht wesentlich verjüngt, was schon bei Fissurella nach Béla Haller in viel höherem Maße der Fall ist. Nicht weit hinter der Pleuralkommissur liegt die erste Pedalkommissur; jene verbindet die oberen Theile der Ganglienmasse, diese die unteren, wodurch sie eben so wie die folgenden sich wesentlich von der ersteren unterscheidet.

Dass von dem unteren Abschnitte der Pedalstränge ein reiches Netzwerk gangliöser Nerven abgeht, welches sich im Fuße oberhalb der Sohle verzweigt und mit den hier befindlichen Sinneszellen in

Verbindung steht, ist zur Genüge bekannt, eben so dass der obere Abschnitt, der aber mit dem unteren einen Strang bildet, die Nerven zur Krause abgiebt, welche gleichfalls gangliös sind und ein vielfach verzweigtes Netz bilden.

Von dem hufeisenförmigen vorderen Eingeweideganglion gehen mehrere starke Nerven nach vorn zum Mundhöhlendache und zum Ösophagus und dessen Drüsen; je einer von den vorderen Enden des Ganglions, ein anderer etwas weiter hinten von der Oberseite (Fig. 2 *l*), dann noch eine Anzahl schwächerer von den hinteren und mittleren Theilen desselben. Offenbar sind dies die Hauptnerven des Ganglions, daher es hauptsächlich als das Innervationscentrum für den Ösophagus anzusehen ist. Ein starker Nerv geht nach unten in die Buccalmuskulatur (Fig 2 *n*), giebt an diese Zweige ab, biegt dann nach hinten um und mag, wie Béla Haller angiebt, schließlich den Kropf und das vordere Ende des Peritoneums versorgen; ich habe die Endigung nicht gesehen. Von der Unterseite des mittleren Theiles des vorderen Eingeweideganglions geht ein Nervenpaar ab zu den Seiten der Radulascheide und ein Paar von der Hinterseite desselben Theiles, das sich über der Radulascheide verzweigt.

Nerven vom Schlundringe zur Buccalmuskulatur habe ich nicht gesehen, sondern nur eine Versorgung derselben durch die Zweige des so eben beschriebenen Nerven vom vorderen Eingeweideganglion und durch einen Nerv, der von den Connectiven dieses Ganglions abgeht. Wo diese sich mit dem Schlundringe vereinigen, da entspringt ein Nerv (Fig. 2 *o*), der sich über und unter dem ventralen Blindsack des Mundes, dem Subradularhöcker nach Béla Haller's Bezeichnung, verzweigt.

Die Ähnlichkeit des hier beschriebenen Schlundringes von Haliotis mit dem von Chiton ist sehr groß, und es kann an ihrer Homologie im Ganzen nicht gezweifelt werden. Die ventralen Theile desselben versorgen bei beiden Thieren den Rüssel, die dorsalen bei Chiton den Mantel, bei Haliotis die Sinnesorgane der Krause, die außerdem freilich ihre eigenen Ganglien haben. Weniger sicher ist eine Homologie der Cerebalganglien von Haliotis und Amphineuren. Wir haben gesehen, dass die von Proneomenia an einander liegen, dass bei Chiton rubicundus an derselben Stelle ein Paar Anschwellungen zu finden sind, und so liegen auch die Cerebralganglien der Polycladen unmittelbar an einander. Dass ein solches Verhalten als ein primäres zu bezeichnen ist, halte ich für unzweifelhaft. Es erscheint mir nicht recht wahrscheinlich, dass diese beiden Knoten sich so weit von einander entfernen sollten, dass sie durch eine lange obere Schlundkommissur getrennt werden, wie bei Arca und Haliotis. Diese Kommissur ist bei Haliotis nicht eigentlich eine solche, da sie eben so wie die Cerebralganglien stark mit Ganglienzellen durchsetzt ist und Nerven abgiebt, nicht so bei Arca. Ich glaube, dass die Verhältnisse, welche wir bei Neomenia und Chiton finden, Übergänge darstellen von Proneomenia zu den Mollusken, die wir hier betrachten. Neomenia hat wie Proneomenia eine Anschwellung in der Mitte des oberen Schlundringes, die Cerebralganglien, außerdem aber eine solche auf jeder Seite neben dem Schlunde, von denen die Seitenstränge abgehen; diese entsprechen den Abgangsstellen der Seitenstränge von Chitonen, außerdem aber auch ohne Zweifel den Cerebralganglien von Haliotis und Arca; sie stellen also eine Art sekundärer Cerebralganglien dar. Dass dieselben mit den Pleuralganglien der Prosobranchier nichts gemein haben, erscheint mir zweifellos; da diese noch bei Haliotis nur ein Theil der Bauchstränge sind, so könnten ihnen nur die unteren Schlundganglien von Neomenia und Proneomenia entsprechen, welche bei Chiton keine deutlich abgesetzten Knoten sind. Ihre Ausbildung bei den Prosobranchiern hängt mit der Gestaltung der Mantelnerven und der Entstehung der Visceralkommissur zusammen, welche beide von dem vorderen Theile der Pedalstränge entspringen. Ähnlich ist auch die Ansicht von Béla Haller, der (Morph. Jahrbuch XI, p. 393) sagt, der Pleurocerebraltheil der Pedalstränge sei ein koncentrirter Abschnitt der letzteren und fehle bei den Chitonen.

Die primären Cerebral- oder oberen Schlundganglien bilden sich bei den Prosobranchiern und den Lamellibranchiern zurück in Folge einer Rückbildung der Sinnesorgane, die sie innervirten. Bei den Muscheln könnte vielleicht die Ontogenie noch eine Spur dieser primären Centren erkennen lassen; bei Chiton rubicundus versorgen sie hauptsächlich die Kopffalte und die Sinnesorgane an der Mundöffnung, und ähnlich ist das Verhalten von Haliotis, während die Tentakel- und Augennerven neben dem Schlunde entspringen.

Die sekundären Cerebralganglien können sich bei höheren Thieren wieder einander nähern, so bei den siphoniaten Muscheln und bei höheren Prosobranchiern, wodurch sie den primären Verhältnissen ähnlich werden. Es scheinen aber die Gehirnaugen der Polycladen bei Mollusken keine Homologa zu haben, eben so wenig wie die über den oberen Schlundganglien stehenden Tentakel, wenigstens scheint mir das aus dem Fehlen dieser Sinnesorgane bei den Amphineuren und ihrer veränderten Lage und Gestaltung bei den Prosobranchiern zu folgen.

Bei den Lamellibranchiern sind, wie wir gesehen haben, die Cerebralganglien mit den beiden ventralen Ganglienpaaren, deren Summe den Bauchsträngen von Haliotis homolog ist, durch zwei Connective jederseits verbunden; ein entsprechendes Verhalten ist auch bei Prosobranchiern gegeben, da bei ihnen gleichfalls die Cerebral- und Pleuropedalganglien durch zwei Paar Connective zusammenhängen. Da eine solche doppelte Verbindung dieser Centren in beiden Molluskenklassen vorkommt, so wird man wohl annehmen dürfen, dass bei der gemeinsamen Stammform der Grund davon zu suchen ist.

Vergleichen wir die Muskeln der Prosobranchier mit denen der Lamellibranchier, so erklären sich die Abweichungen durch die Rückbildung der meisten Quermuskeln bei den ersteren, von denen nur das eine Paar stark entwickelt ist, die sogenannten Schalenmuskeln, die wegen ihrer Lage zu den Pedalsträngen mit keinem der Transversalmuskeln von Arca in eine engere Homologie zu bringen sind. Die lokomotorischen Muskeln werden von den Pedalsträngen innervirt, und so sind diese nach den Innervirungsverhältnissen in den Hauptzügen den vorderen Bauchganglien von Arca homolog. Wir müssen aber bei dem Vergleiche, wie gesagt, auch hier die Verhältnisse der Amphineuren zum Ausgang nehmen und von diesen die von Arca durch starke Ausbildung der genannten hinteren Transversalmuskeln, die von Prosobranchiern durch deren Rückbildung erklären, und entsprechend sind hier deren Innervirungscentren rückgebildet und, wenn überhaupt noch vorhanden, mögen sie im hintersten Theile der Pedalstränge zu suchen sein.

Es handelt sich für mich hauptsächlich um die Frage nach einem Äquivalent der Seitenstränge bei Haliotis, und man wird nach den bisherigen Auseinandersetzungen wohl nicht zweifelhaft sein können, wo dieses zu suchen ist. Erinnern wir uns daran, dass die Seitenstränge ursprünglich mit Sinnesorganen in Zusammenhang gestanden haben, die den Körper seitlich umsäumten, so werden wir, wie ich glaube, an nichts Anderes denken können, als an die sogenannte Krause von Haliotis. Diese ist eine starke Hautfalte mit zahlreichen grünen Tentakeln und einer großen Anzahl brauner Fortsätze von unregelmäßiger Form; jene stehen hauptsächlich am oberen und unteren Rande, auch vereinzelt auf der Mitte (Fig. 5) und haben Ähnlichkeit mit den Manteltastern, welche aus den Schalenlöchern hervorgestreckt werden. Sie sind eben so wie die beiden Kopffühler mit einer großen Menge von Zotten besetzt, wie solche von Flemming bei Trochus beschrieben sind. Diese enthalten Muskelfasern, welche den Tentakel strahlenförmig durchziehen und die Zöttchen zu verkürzen im Stande sind. Das Epithel an der Spitze derselben ist hoch und enthält zwischen den Stützzellen eine Anzahl von Sinneszellen und einige dünne und langgestreckte Drüsenzellen. Am Grunde der Falte, welche vorn an den zwei großen Fühlern endigt, verläuft ein starkes Gefäß.

Bei Haliotis sehr mächtig entwickelt bilden sich bei den anderen Rhipidoglossen die Tentakel allmählich zurück; bei Fissurella sind sie noch zahlreich, während die Seitenfalten verschwunden sind, und sie tragen am Grunde die »Seitenorgane«. Diese beschreibt Béla Haller, der sie entdeckt hat, außer bei Fissurella nur bei Trochiden. Ich habe solche Sinnesorgane auch bei Haliotis tuberculata aufgefunden (Fig. 6). Sie liegen am Grunde der untersten Taster an deren Ventralseite, also auf der Unterseite der Krause, während ich an den oberen und mittleren Tastern nichts dergleichen gesehen habe. Innervirt werden diese Seitenorgane von einer Abzweigung (*n*) des gangliösen Tentakelnervs (*tn*), die sich unter dem Epithel verzweigt; sie enthält, wie ich bei guter Färbung gesehen habe, zahlreiche Ganglienzellen. Das Sinnesepithel ist durch seine Höhe — von 40 μ in der Mitte — ausgezeichnet. Nach Béla Haller liegen die Kerne bei Fissurella in zwei Zonen; von ihnen sollen die unteren zu Stützzellen, die oberen zu Sinneszellen gehören. Bei Haliotis liegen die unteren ovalen Kerne in mehreren Schichten über einander, die äußeren mehr gestreckten in einer Reihe unter der Oberfläche. Die über den Kernen gelegenen Zellenden enthalten ein bräunliches Pigment. Bei dem jungen Thiere, dessen Nervensystem ich oben beschrieben habe, konnte ich sehr deutlich die Sinneszellen erkennen, deren fadenförmige innere Enden zwischen den Stützzellen hindurchzogen. Über die percipirenden Fortsätze kann ich nichts Genaues angeben; nach meinen Präparaten lässt sich diese Frage nicht entscheiden; Béla Haller beschreibt nur kurze Spitzen an den Sinneszellen.

Die Seitenorgane von Fissurella scheinen nur durch die Taster beschützt zu werden, indem diese sich nach unten legen und die Sinneshügel bedecken. Die von Haliotis haben ihren eigenen muskulösen Apparat, durch welchen sie zurückgezogen und vorgewölbt werden. Die erstere Funktion haben Muskelfasern, die den Epithelzellen parallel verlaufen und sich mit ihren verzweigten Enden der unteren Epithelgrenze anheften, die letztere Funktion unter dem Sinneshügel nach dem Rande der Krause verlaufende Tangentialmuskeln, durch deren Zusammenziehung das Sinnesorgan erhoben wird; bei starker Kontraktion ragt es als Falte über seine Umgebung hervor. Die Muskelfasern scheinen von feinen Abzweigungen des Nerven versorgt zu werden, so dass sie wahrscheinlich reflektorisch in Thätigkeit versetzt werden, sobald das Sinnesepithel gereizt wird.

In der Umgebung der Sinnesorgane befinden sich zahlreiche flaschenförmige Drüsen im Epithel, welche durch Boraxkarmin stark gefärbt werden und welche auch sonst in der Haut vorkommen.

Die Zahl der am Rande der Krause befindlichen Seitenorgane von Haliotis ist sehr bedeutend, da sie derjenigen der Taster an der Unterseite der Krause entspricht.

Ein Umstand von hohem Interesse scheint mir der zu sein, dass diese beschriebenen Sinnesorgane bei Haliotis tuberculata nicht auf die Stellen beschränkt sind, die ich bisher bezeichnet habe, sondern dass sie auch an anderen Orten vorkommen. Ich habe sie gefunden auf der Unterseite der Krause etwa in der Mitte zwischen Rand und Ansatzlinie, auf den Seitenflächen des Fußes, auf der Kopffalte, die zwischen den Ommatophoren verläuft, und an den Seiten des Kopfes. Daraus folgt also, dass ihr Vorkommen weder an die Taster, noch überhaupt an die Krause gebunden ist.

Bei höheren Prosobranchiern scheinen die Tentakel und Seitenorgane ganz zu verschwinden. Die beiden großen Tentakel am Kopfe von Haliotis zeigen denselben Bau wie die der Krause, und sie schließen sich in jeder Beziehung, auch durch die Innervirungsverhältnisse so eng an diese an, dass ich zu der Annahme gekommen bin, dass sie ursprünglich nichts Anderes sind, als die vorderen Endtentakel der Krause. Die Augen von Haliotis, welche unmittelbar an diesen großen Tentakeln gelegen sind, könnten, da sie aus dem früher angegebenen Grunde im Vergleich zu den »Gehirnaugen« der Polycladen Neubildung sein dürften, auch zur Krause gehören, und dann mögen sie den Augen der Chitonlarve und den beschriebenen von Arca homolog sein. Auch könnte vielleicht der Besatz der Kopffalte mit Sinnesorganen, welche den Seitenorganen der Krause ähnlich sind, dafür sprechen, dass diese Falte gleichfalls zur Krause gehört.

Der Mantel der Prosobranchier mit den Sinnesorganen an seinem Rande ist, wie ich schon früher ausführte, eine jüngere Bildung entsprechend der sekretorischen Mantelfalte der Muscheln, während der sensoriellen Falte dieser Thiere die Krause entspricht. Die in ihrer ganzen Organisation so primitive Haliotis wird doch gewiss die so stark entwickelte Krause nicht neu erworben haben — bei Fissurella tritt sie nach Boutan's Zeichnungen recht früh auf — und mir scheint die Homologie mit der sensoriellen Mantelfalte der Muscheln geringe Schwierigkeit zu bieten.

Bekanntlich hat Lacaze-Duthiers und seine Schule, auch H. von Ihering bereits eine ähnliche Ansicht ausgesprochen, dabei sind diese Forscher aber bezüglich der gangliösen Centren, die zu den Sinnesorganen der Krause gehören, meiner Ansicht nach nicht auf dem richtigen Wege. Nach ihnen sollen diese Centren in den Pedalsträngen zu suchen sein; ich halte das für eben so falsch, als die Centren für die Sinnesorgane des Mantelrandes der Muscheln in den Cerebral- und den hinteren Bauchganglien zu suchen, wie das allerdings bisher geschehen ist. Hier ist es der ganglióse Mantelring, dort sind es die gangliösen Bestandtheile der Krause, welche die Centren der Sinnesorgane bilden — bei Fissurella hat ja BÉLA HALLER kleine Ganglien am Fuße jedes Tentakels beschrieben, und bei Haliotis sind die Nerven der Krause in und unter den Tentakeln gangliös. Dieselben bilden wie bekannt, ein reich verzweigtes Netzwerk und dieses halte ich für homolog mit den Seitensträngen von Chiton.

Die Auffassung von LACAZE-DUTHIERS und H. VON IHERING ist von SPENGEL, BÉLA HALLER und PELSENEER[1] mit Recht zurückgewiesen worden, da die Pedalstränge nicht getheilt sind, doch ändert sich das ganz und gar durch meine Anschauung von der Innervirung der Seitententakel. Die Krause ist eine Bildung, welche so wenig mit dem Fuße wie mit dem Mantel zusammengehört, und welche phylogenetisch älter ist als beide, da sie wie gesagt den Seitenrändern der Polycladen entspricht, unter welchen der Fuß und über welchen der Mantel der Prosobranchier entstanden ist. Aus der Übereinstimmung der Manteltaster mit denen der Krause kann eben so wenig auf eine Zusammengehörigkeit beider Gebilde geschlossen werden, wie aus der Ähnlichkeit der Seitenorgane der Krause mit denen am Fuße darauf, dass jene zu diesem gehört.

Wir erhalten also das Resultat: die Seitenstränge der Amphineuren sind homolog den gangliösen Bestandtheilen der Krause der Rhipidoglossen. Dazu stimmt auch sehr gut die Verbindung mit den Bauchsträngen durch eine Vielzahl von Nerven, und wenn auch jenes Merkmal, welches den Seitensträngen der Amphineuren zukommt, der hintere Zusammenhang über dem Darm uns bei Prosobranchiern wegen der Verschiebung des letzteren im Stiche lässt, so halte ich doch die ausgesprochene Homologie für zweifellos.

H. VON IHERING gebraucht für die Seitenstränge der Amphineuren die Bezeichnung »primäre Pallialnerven«; diese ist nach den obigen Auseinandersetzungen nicht ganz unzutreffend, da diese Nerven den Pallialnerven der Muscheln homolog sind, und man könnte den Mantel der letzteren eben so wie die Krause der Rhipidoglossen als ein primäres Pallium, den Mantel der Prosobranchier dagegen als ein sekundäres bezeichnen, und die gangliösen Nerven des ersteren wären gleichbedeutend mit den Seitensträngen. Wenn aber H. von Ihering sagt, dass »die Pedalganglien der höherstehenden Arthrocochliden« die primären Pallialnerven enthalten, so ist zu bemerken, dass die letzteren hier vielmehr mit den Sinnesorganen des primären Palliums verschwunden sind, und dass die Pedalganglien nirgends eine solche Paliopedalmasse bilden, wie H. von Ihering annimmt, weil, wie früher angegeben wurde, die primären Pallialnerven bei Fissurella, die von Ihering hauptsächlich berücksichtigt, eben so bei anderen Rhipidoglossen, durch die Summe der Seitenganglien dargestellt werden.

---

[1] Sur la valeur morphologique de l'épipodium des Gastéropodes rhipidoglosses. Comptes rendus Ac. Sc. Paris. T. CV.

Spengel hat auf Grund eines Sinnesorgans, welches in inniger Beziehung zu den Kiemen steht, des »Geruchsorgans«, die Homologien der Nervensysteme der Mollusken zu begründen gesucht; wenn er dabei zu Resultaten gelangt ist, die ich für unrichtig halte, so hat das darin seinen Grund, dass er von den Prosobranchiern ausgeht und auf die Bestandtheile des Nervensystems dieser Thiere die der anderen Mollusken bezieht. In Folge davon konstruirt Spengel ein Urmollusk, dessen Nervensystem »aus drei Paar periösophagealen Ganglien bestand, die durch je drei Connective und drei Kommissuren verbunden waren; von diesen war die die beiden Pleuralganglien verbindende Visceralkommissur sehr lang und enthielt eingeschaltet mehrere Visceralganglien, von denen die mittleren Nerven an die Eingeweide, namentlich Herz, Nieren und Geschlechtsorgane, abgaben, während aus zwei seitlichen je ein Nerv entsprang, der in ein an der Basis jeder Kieme gelegenes Ganglion mit aufliegendem epithelialen Sinnesorgane (Geruchsorgan) eintrat« (l. c., p. 367). Wenn man davon das Nervensystem von Chiton oder auch das von Haliotis herleiten will, so kommt man unzweifelhaft vom höheren Zustande zum niederen zurück, anstatt umgekehrt.

Sodann bietet ein einzelnes Sinnesorgan doch wohl auch nicht einen so sicheren Anhalt, wie Spengel annimmt. Gerade die Kiemen- und die Eingeweidenerven gewähren bei Mollusken ein so wechselndes Bild, dass ich sie für ungeeignet halte, als Grundlage für Homologien zu dienen. Es scheint vielleicht auf den ersten Blick in lebhaftem Widerspruch mit den von mir begründeten Homologien zu stehen, dass die Nerven, welche zu den Eingeweiden, hauptsächlich zum Tractus renopericardialis und zu den Kiemen gehen, bei Chiton aus den Seitensträngen, bei Arca aus den Bauchsträngen, bei Haliotis aus der Visceralkommissur entspringen, welche weder den Bauch- noch den Seitensträngen homolog sein soll, jedoch glaube ich dieses verschiedene Verhalten ganz gut erklären zu können, wenn wir wiederum auf unser

Urmollusk zurückgehen. Freilich ist dieses nicht Chiton, auch nicht Proneomenia, aber durch folgende Erwägungen werden wir uns dasselbe vorstellen können (Taf. XVII, Fig. 1). Die Kiemen, denen SPENGEL ja so viel Werth beilegt, fehlen bei Proneomenia; die von Chiton werden später besprochen werden. Wie schon von mehreren Forschern betont ist, müssen wir für das Urmollusk ein Paar in der Nähe des Afters stehende Kiemen annehmen. Solche sind bei Haliotis unverkennbar vorhanden, eben so bei Arca. Diese Kiemen hatten wohl sicherlich ihr selbständiges Innervationscentrum, ein Ganglion mit dem von SPENGEL beschriebenen Sinnesorgan. Dieses Ganglion hat zwischen Bauch- und Seitensträngen gelegen und mit dem zwischen beiden befindlichen Nervenplexus zusammengehangen.

Ähnlich verhält es sich mit den Innervationscentren der Eingeweide. Es sind bei verschiedenen niedrig stehenden Mollusken kleine Ganglien beschrieben worden, welche den Eingeweiden unmittelbar anliegen, und welche meiner Auffassung nach aus dem Gewebe dieser Eingeweide durch Koncentration eines Ganglienzellenplexus entstanden sind. Solche Visceralganglien sind hauptsächlich bei Opisthobranchiern beschrieben; ALDER und HANCOCK haben bei Doris »sympathetic ganglions« des Herzens, der Kiemen, des Magens und der Genitalorgane gefunden, BÉLA HALLER beschreibt am Magen von Chiton zwei kleine Ganglien, und am Herzen mehrerer Mollusken ist entweder ein Ganglienzellenplexus oder ein Paar kleine Ganglien bekannt. Auch durch physiologische Experimente, die EMILE YUNG[1] und BIEDERMANN[2] angestellt haben, wird bewiesen, dass das Herz von Lamellibranchiern und Pulmonaten durch nervöse Elemente, welche in seinen Wandungen gelegen sind, aktiv erhalten wird. Wegen der großen Schwierigkeit, diese Ganglien zu finden, dürften sie in anderen Fällen nicht gesehen sein, ich halte sie aber für weit verbreitet und sehe in ihnen die Innervationscentren der Eingeweide. Auch sie haben ursprünglich mit dem Nervengeflecht in Verbindung gestanden, welches Bauch- und Seitenstränge verband. Ein Rest des beschriebenen Verhaltens scheint mir übrig geblieben zu sein in dem von BÉLA HALLER erwähnten Zusammenhange eines »Nierennerven«, der von den Seitensträngen entspringt, mit den Bauchsträngen; hier hängt also die Niere auch mit letzteren nervös zusammen. Bei Proneomenia ist die Innervation des Herzens und Genitalapparates nicht sicher festgestellt.

---

[1] De l'innervation du coeur chez les Lamellibranches. Arch. de Zool. exp. et gén. t. IX. 1881.

[2] Vgl. BÉLA HALLER, Die Morphologie der Prosobranchier. Morphol. Jahrbuch. Bd. XIV. p. 137.

Bei der Rückbildung des Nervenplexus mussten Verbindungen der Eingeweideganglien mit dem Centralnervensystem übrig bleiben und je nach der verschiedenen Gestaltung des Körpers, das heißt je nachdem die Seitenstränge sich mehr einander näherten, wie bei Amphineuren, oder sich von einander und von den Eingeweiden entfernten, wie bei Arca, waren es entweder die Seitenstränge oder die Bauchstränge, von denen dann die Eingeweidenerven abgingen, oder es entstand eine Neubildung, wahrscheinlich aus dem Plexus: die Visceralkommissur der Prosobranchier, welche auch mit den Kiemenganglien in Verbindung getreten ist. Ich will hier betonen, dass sowohl bei Arca als auch bei Haliotis die Kiemenganglien durchaus selbständig geblieben sind, da sie dort von den hinteren Bauchganglien deutlich abgesetzte ganglióse Nerven, hier ein Paar Ganglien bilden, die der Visceralkommissur nicht eingelagert sind. Das stimmt, wie ich glaube, ganz gut mit der Ansicht überein, dass der zwischen Bauch- und Seitensträngen gelegene Plexus, aus dem bei Haliotis die Visceralkommissur hervorgegangen sein dürfte, während er sich bei Arca mit den Bauchsträngen vereinigt hat, von vorn herein mit den selbständigen Kiemenganglien in Verbindung gestanden hat.

Die Visceralkommissur ist bei Haliotis ein gangliöser Nerv, welcher von den Pleuralganglien abgeht und in der Mitte eine Anschwellung zeigt, das »hintere Eingeweideganglion«; erst bei höheren Prosobranchiern bilden sich die beiden Ganglienknoten Sub- und Supraintestinalganglion heraus. Diese Visceralkommissur wollte Spengel bei anderen Mollusken nachweisen, wo sie meiner Ansicht nach gar nicht vorhanden ist. Dass die Seitenstränge der Amphineuren derselben nicht entsprechen, erscheint mir zweifellos; auch Spengel hat sich über die verschiedene Lage zum Darm schwer hinwegsetzen können. Eben so sind ihr die hinteren Bauchganglien der Muscheln nicht homolog, wenn auch vermuthlich in diesen Centren die gangliösen Bestandtheile der Visceralkommissur zu suchen sind.

Auch Bütschli sagt (l. c., p. 205): »Die Visceralkommissur der Gastropoden — liegt in dem Nervensystem der Chitonen nicht vor«, eben so aber auch nicht in dem der Lamellibranchier nach meiner Anschauung, sie ist »eine Weiterentwicklung über dieses hinaus«.

Ich hebe hier nochmals hervor, dass die hinteren Bauchganglien der Lamellibranchier sich nicht auf die Ganglien der Visceralkommissur von Prosobranchiern zurückführen lassen, weil jene durch die Innervirung der großen Transversalmuskeln und hauptsächlich durch die Verbindung mit den Seitensträngen wesentlich verschiedene Verhältnisse zeigen, und es scheint mir durch nichts bewiesen zu sein, dass die Lamellibrancher den Prosobranchiern näher stehen als den Amphineuren. Die Ähnlichkeit zwischen den hinteren Bauchganglien und der Visceralkommissur ist dadurch bedingt, dass die ersteren neben anderen ähnliche Bestandtheile enthalten wie die letztere, und bei Chiton sind solche in die Seitenstränge aufgenommen.

Nehmen wir also die Seitenstränge von Chiton für ein Homologon der Seitenganglien von Rhipidoglossen, so ergiebt sich auch die Homologie zwischen den Kiemen der ersteren und den Seitentastern der letzteren, welche nach Lage und Innervirung vollkommen mit einander übereinstimmen. Die Familie der Patelliden zeigt Verhältnisse, welche diese Ansicht bestätigen, denn es kommen hier theils Homologa der Chitonkiemen, theils solche derjenigen von Rhipidoglossen vor, wie schon ganz richtig von H. von Ihering erkannt ist, welcher (l. c., p. 82) schreibt: »Die Epipodialkiemen der Patelloideen sind den Kiemen der Chitoniden und den Epipodialanhängen der Haliotiden, Trochiden etc. homolog, wobei es unentschieden bleibt, ob es sich um Homogenie oder Homöogenie handelt.« Spengel hat diesen Punkt nicht genügend beachtet und hat die Kiemen von Chiton und von Rhipidoglossen für homolog gehalten, wenigstens scheint das aus seiner Homologisirung der »Geruchsorgane« hervorzugehen. Solche Sinnesorgane hat Béla Haller bei Chitonen nicht gefunden und bestreitet deren Vorhandensein.

Ich brauche wohl nicht ausdrücklich zu bemerken, dass die Kiemen von Chiton als umgewandelte Seitencirren vergleichend-morphologisch ganz andere Gebilde sind, als die beiden Abdominalkiemen des Urmollusks, welche bei Rhipidoglossen am besten erkennbar sind. Die Taster sind offenbar die primäre Form der Seitencirren, denn man kann sich nicht gut vorstellen, wie aus Kiemen Tentakel werden können, während das Umgekehrte sehr wohl denkbar ist, denn die Taster mit ihren Zotten haben eine große Oberfläche, auch eine reichliche Versorgung mit Blut, so dass bei einer Rückbildung der Tastfunktion die respiratorische Nebenfunktion zur Hauptsache werden konnte. Es mag auch die Verbindung der beiden Abdominalkiemen mit Sinnesorganen darauf hinweisen, dass sie gleichfalls ursprünglich Tentakel gewesen sind.

Auf die Veränderungen, welche das Nervensystem in der Reihe der Prosobranchier erfahren hat, einzugehen, ist nicht Sache der vorliegenden Untersuchung; Spengel und neuerdings Béla Haller, Bouvier und Andere haben auf Grund eingehender Studien die Homologien dargestellt. Es sei nur noch einmal wiederholt, dass in der Reihe der Rhipidoglossen das System der Seitenorgane sich rückbildet und weiterhin meist ganz oder doch zum größten Theil verschwunden ist.

In der formenreichen Gruppe der Opisthobranchier oder nach von Ihering's Bezeichnung der Ichnopoden ist es augenblicklich noch unmöglich mit einiger Sicherheit die primitivsten Thiere zu bezeichnen, welche man mit Arca und Haliotis zusammenstellen könnte, und auch sonst ist in ihrer Organisation Manches noch so unklar, dass ich wenig über sie angeben kann. Es ist nicht einmal sicher zu entscheiden, ob ihre Cerebralganglien denen von Proneomenia oder denen von Haliotis entsprechen. Im Allgemeinen zeigt das Nervensystem durch die starke Koncentration einen ziemlich vorgeschrittenen Zustand, ähnlich wie er bei höheren Prosobranchiern sich findet, während in anderen Punkten, vor Allen in dem Mangel der Drehung der Visceralkommissur, sich ein tieferstehendes Verhalten kund giebt. Jedenfalls kann man weder die Prosobranchier von den Ichnopoden, noch diese von jenen ableiten und wo der Anknüpfungspunkt der letzteren an den Stammbaum der übrigen Mollusken liegt, ist vorläufig nicht zu entscheiden. Von Seitenorganen ist bei Opisthobranchiern nichts bekannt. Bei manchen erhält man auf Querschnitten Bilder, welche dafür zu sprechen scheinen, dass Seitenorgane vorliegen, so habe ich bei Philine aperta und bei Bulla hydatis an den Seiten des Kopfes zwischen Fuß und Mantel Sinnesepithelien gefunden; dieselben werden jederseits von einem ansehnlichen Ganglion (Fig. 13) innervirt, welches dem Tentakelganglion anderer Opisthobranchier nach seiner Lage entspricht, da es sich seitlich an die Cerebralganglien anschließt. Was aber hier das ursprüngliche Verhalten ist und ob die Tentakel denen von Prosobranchiern entsprechen, wage ich nicht zu entscheiden.

Der Schlundring hat die größte Ähnlichkeit mit dem höherer Prosobranchier, aber nicht, wie es vielleicht auf den ersten Blick scheinen könnte, mit dem von Neomenia, denn die Verbindung der Ganglienknoten ist eine andere und die Nerven, welche von den seitlichen Ganglien (Pleuralganglien der Ichnopoden und sekundäre Cerebralganglien der Neomenia) abgehen, hängen hinten bei den einen unter, bei den anderen über dem Darme zusammen und stellen dort die Visceralkommissur, hier die Seitenstränge dar. Die sogenannten Buccalganglien entsprechen den vorderen Eingeweideganglien der Prosobranchier, nicht dem Schlundringe von Chiton.

Auch bei Scapho- und Cephalopoden scheinen Sinnesorgane der Seitenlinie gänzlich zu fehlen. Über den Schlundring von Dentalium will ich Einiges mittheilen, da mir dessen Homologien nach den bisherigen Berichten nicht genügend klar erscheinen. Am besten kommt man darüber ins Reine durch das Studium von Längsschnitten des

Thieres. Wie Plate[1] richtig beschreibt, stehen die Pedalganglien nicht nur mit den Cerebral-, sondern auch mit den Pleuralganglien in Verbindung, da deren Connective sich theilen. Von Bedeutung ist das Verhalten des kleinen Schlundringes. Nach der Darstellung von Lacaze-Duthiers, welche in Bronn's Klassen und Ordnungen aufgenommen ist, liegen unter dem Schlunde ein Paar »sympathetische Ganglien«, und diese stehen mit einem zweiten Paare in Verbindung, welches durch eine über dem Schlunde gelegene Kommissur zusammenhängt. Zu berichtigen ist daran zunächst, dass die Nerven zum Rüssel, welche von den Connectiven zwischen den Cerebral- und den ersten sympathetischen Ganglien abtreten, nicht den ersteren, sondern den letzteren Centren entstammen, wie aus ihrer Richtung unzweifelhaft hervorgeht; sie sind eine Strecke weit mit den gangliösen Connectiven vereinigt und ziehen an den Cerebralganglien vorbei nach vorn. Sodann liegt die Kommissur der hinteren sympathetischen Ganglien über der Radula, aber unter dem Schlunde, daher ist es unzweifelhaft, dass dieselben die vorderen Eingeweideganglien vorstellen, deren Kommissur typisch diese Lage hat. Endlich geht von den vorderen sympathetischen Ganglien ein Nervenpaar zu den Ganglien eines Subradularorgans, welches in Plate's Mittheilung und auch früher nicht erwähnt ist; Lacaze-Duthiers hat nur einen medianen Nerv beschrieben, der zwischen den Ganglien entspringt und sich unter die Radula begiebt. Dieses Sinnesorgan entspricht seiner Lage nach genau dem von Chiton und ist daher ohne Zweifel diesem homolog. Die Ganglien desselben breiten sich unter dem Epithel aus. Von diesem kann ich angeben, dass es ein 33 μ hohes Flimmerepithel ist; die Cilien haben etwa die halbe Länge der Zellen. In diesen sind die ovalen bis spindeligen Kerne der Stützzellen sehr stark gefärbt, sie liegen meist in der unteren Hälfte, während die obere von kleinen Kernchen durchsetzt ist, ähnlich wie bei Chiton; die von Béla Haller beschriebenen Zellen mit grundständigen Kernen habe ich nicht wahrgenommen. Die Sinneszellen haben schwach gefärbte spindelige Kerne, welche in der oberen Hälfte des Epithels liegen, wo sie in den Schnitten nicht sehr deutlich erkennbar sind; die percipirenden Fortsätze konnte ich nicht sehen. In der Umgebung des Sinnesepithels liegen große Schleimzellen unter dem Epithel in bedeutender Anzahl; dieselben dürften zu dem Organ zu rechnen sein, wie ja auch bei Chiton eine Drüse in der medianen Rinne ausmündet.

Über die systematische Stellung der Scaphopoden sei Folgendes bemerkt. Eine derartige Zusammenstellung mit Fissurella, wie sie Grobben befürwortete, ist dadurch unmöglich geworden, dass wir die letztere als ein ursprünglich gedrehtes und erst sekundär äußerlich symmetrisch gewordenes Thier kennen gelernt haben, dessen Visceralkommissur diese ursprüngliche Drehung noch deutlich zeigt, während Dentalium ein ganz symmetrisches Nervensystem hat und auch in seiner Ontogenie keine Spur von Asymmetrie erkennen lässt. Eben so wenig kann es von siphoniaten Muscheln abgeleitet werden; die Ähnlichkeit mit denselben, z. B. im Fuße (Solen), sind gleichfalls rein äußerlich. Wir können allein die Scaphopoden von dem symmetrischen Urmollusk ableiten, welches unter den heute lebenden Formen den Amphineuren am nächsten verwandt gewesen ist. In dem Subradularorgan ist in beiden Gruppen noch ein Organ vorhanden, welches bis auf die isolirt stehende Patella (?) sonst bei keinem Mollusk bekannt und wahrscheinlich nirgends erhalten ist, da schon Haliotis dasselbe verloren hat.

---

[1] Bemerkungen zur Organisation der Dentalien. Zool. Anz. Nr. 288.

Bezüglich der phylogenetischen Entstehung des »Halskragens« mit seinen Cirren sei darauf hingewiesen, dass dafür die beiden großen Fühler, wie sie unter Anderen von Haliotis bekannt sind, recht gut zum Ausgang genommen werden können, indem die Zotten derselben sich durch Verlängerung zu den Cirren ausbildeten; ich finde wenigstens die Übereinstimmung beider recht bedeutend, auch im Bau des Epithels; alle Elemente, welche in den Cirren von Dentalium vorkommen, sind auch in den Fühlerpapillen von Haliotis zugegen, hauptsächlich ganz ähnliche Drüsen- und Sinneszellen.

Auch die von Grobben vertretene Beziehung der Scaphopoden zu den Cephalopoden hat wenig für sich; unter anderen Gründen sei erwähnt, dass die letzteren durch den Besitz von Kiemen in der Aftergegend und eines Herzens mit Perikard sich näher an andere symmetrische Mollusken anschließen als an die Dentalien, welche beide Organe verloren haben. Bezüglich der Geruchsorgane der dibranchiaten Cephalopoden sei bemerkt, dass ich diese für eine ganz heterogene Bildung halte, als die von Gastropoden und Muscheln, weil ihnen eine Beziehung zu den Kiemen ganz abgeht, und diese ist meiner Ansicht nach für die Spengel'schen Geruchsorgane gerade das charakteristische Erkennungszeichen. Zudem gehört nach Jatta das sogenannte Riechganglion nicht zur Visceralkommissur, sondern zu den Cerebralganglien, und der Riechnerv entspringt aus dem Ganglion frontale superius.

Wie uns die Amphineuren nicht nur die Möglichkeit dargeboten haben, von ihrem Nervensystem das der übrigen Mollusken abzuleiten, sondern auch Beziehungen zu den Stammformen derselben, den Polycladen zu finden, so zeigen sie auch höchst interessante Beziehungen zu den polychaeten Anneliden, die wohl sicherlich als die phylogenetisch ältesten Ringelwürmer anzusehen sind, denn wenn Polygordius auch in den inneren Organen im Allgemeinen primitivere Verhältnisse aufweisen mag, so ist die äußere Haut, welche der Borsten und der Sinnesorgane des Rumpfes entbehrt, wohl eben so sicher als sekundäre Erwerbung anzusehen. Ich muss es mir auch hier versagen, auf andere Organsysteme einzugehen, und will nur das mittheilen, was ich über das Nervensystem zu sagen habe (Taf. XVII, Fig. 7). Das Meiste ergiebt sich bei der vergleichenden Betrachtung ganz von selbst, die Cerebralganglien von Proneomenia entsprechen wahrscheinlich denen der Polychaeten, während die Bauchstränge zweifellos dem Bauchmark homolog sind. Es ist eine bekannte Thatsache, dass Letzteres aus zwei symmetrischen Hälften besteht, die sich getrennt anlegen und die bald weit aus einander liegen, bald mit einander verschmelzen; ferner ist es natürlich, dass mit der segmentalen Anordnung der Organe, hauptsächlich der Muskeln, sich auch die Ganglienzellen der Bauchstränge segmentweise zu Knoten anordneten — was ontogenetisch erst spät geschieht und bei manchen Polychaeten ganz unterbleibt — zwischen deren Paaren regelmäßige Kommissuren auftraten.

Nach dem, was wir über die Homologien der Seitenstränge von Amphineuren bisher festgestellt haben, wird es ferner kaum zweifelhaft sein, dass ihnen die Sinnesorgane der Seitenlinie mit ihren Ganglien entsprechen, da jene auch bei Mollusken ursprünglich mit Sinnesorganen verbunden waren, welche die seitlichen Körperränder besetzten. Aus den Auseinandersetzungen Eisig's (Monographie der Capitelliden, p. 512 ff.) geht hervor, dass die sog. Seitenorgane der Anneliden aus Cirren hervorgehen, wie man in der Familie der Glyceriden verfolgen könne; dadurch werden sie in eine Reihe mit den Tentakeln der Krause von Haliotis und mit denen am Mantelrande von Lamellibranchiern gestellt. Eisig sucht mit Recht die Innervirungscentren der Seitenorgane nicht im Bauchmark, sondern in den epithelialen Bestandtheilen der Organe selbst; das wirft, wie ich glaube, ein Licht auch auf meine Ansicht über die Centren der besprochenen Sinnesorgane der Mollusken. Manchmal sind die Cirren zu Kiemen umgestaltet wie bei Chiton.

In vereinzelten Fällen, namentlich bei Polyophthalmus, finden sich auch Augen in der Seitenlinie, welche denen von Polycladen und von Arca homolog sein dürften. Die metamere Anordnung dieser Sinnesorgane halte ich für keinen Grund gegen eine Homologie mit solchen unsegmentirten Thieren; hier wie dort bilden sie Reihen, welche in ihrer Lage und in ihren Beziehungen zu anderen Theilen des Körpers ähnliche Verhältnisse zeigen.

Ferner verwendet sich Eisig für eine Homologie der Seitenorganganglien und der Parapodialganglien der Polychaeten. Was von den ersteren bisher nicht beschrieben ist, eine Verbindung durch Längsnerven, findet sich bei den letzteren hin und wieder, und dadurch wird die Übereinstimmung mit den Seitensträngen der Proneomenia sehr groß. Bei den Naiden findet sich ein dem Ektoderm entstammender und vom Schlundringe bis zum After sich erstreckender Zellstrang in den Seitenfeldern, offenbar auch ein Homologon der Seitenstränge, auf dessen große morphologische Bedeutung hauptsächlich Semper[1] hingewiesen hat.

Kleinenberg[2] beschreibt eben so wie Hatschek[3] ein Paar Seitennerven der Anneliden-Trochophora. Da bei Lopadorhynchus, eben so bei Polygordius die Seitenstränge fehlen, so ist es sehr möglich, dass wir es hier mit deren Resten zu thun haben. Diese Frage ist aber jetzt noch nicht zu entscheiden, da Kleinenberg von einem Zusammenhange mit den Parapodialganglien nichts sagt.

Ein kleiner Schlundring wie bei Amphineuren, Leydig's »Vagus«, kommt auch bei vielen Anneliden vor. Dass er hauptsächlich den Rüssel versorgt, schließe ich aus dieser Angabe Semper's (l. c. p. 308): »Es hält im Allgemeinen die Entwicklung dieser Nerven gleichen Schritt mit derjenigen des Rüssels; eine Bemerkung, welche Leydig bereits früher mit Bezug auf die Oligochaeten und Hirudineen, sowie die Arthropoden gemacht hat« — und Eisig giebt an, dass bei Notomastus die Rüsselretractoren von starken Ganglien innervirt werden, »welche plexusartig die kontraktilen Fasern umspinnen«. Weil nun diese Ganglien doch mit größter Wahrscheinlichkeit dem kleinen Schlundringe von Proneomenia entsprechen, so ist auch darin ein Grund gegeben für die Homologie des letzteren mit dem Schlundringe von Chiton und Haliotis, da auch diese die Centren für den Rüssel darstellen.

Um hier auf die Frage nach einer Homologie der Chaetopoden-Seitenorgane und der abdominalen Sinnesorgane von Lamellibranchiern zurückzukommen, müssen wir uns daran erinnern, dass nach den bisherigen Auseinandersetzungen die Mantelrandorgane der Muscheln den

---

[1] Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere. Würzb. Arbeiten. Bd. III.

[2] Die Entstehung des Annelids aus der Larve von Lopadorhynchus. Diese Zeitschr. Bd. XLIV.

[3] Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes von Polygordius. Wiener Arbeiten. Bd. VI. 1886.

Seitenorganen homolog sind, und dass die letzteren erst in der Reihe der Anneliden sich aus Cirren herausbilden. Danach scheint eine Homologie gänzlich ausgeschlossen zu sein. Andererseits aber sind gerade die Seitenorgane des Abdomen bei Capitelliden den von mir beschriebenen Sinnesorganen in der Analgegend der Muscheln so ähnlich, dass ein phylogenetischer Zusammenhang wahrscheinlich ist. Vielleicht wird man sich vorstellen dürfen, dass die abdominalen Sinnesorgane ursprünglich mit denen am Mantelrande zusammenhingen, mit ihnen zu einem System gehörten, wofür vielleicht der Umstand sprechen mag, dass eine Abzweigung eines Mantelnerven zum Ganglion des abdominalen Sinnesorgans verläuft. Hier will ich auch erwähnen, dass ich bei einem kleinen Chiton (sp.?) zu beiden Seiten des Afters unter den Seitensträngen ein hohes Epithel gesehen habe, das möglicherweise zu den abdominalen Sinnesorganen in Beziehung zu bringen ist. Diese könnten mit der Ausbildung des hinteren Adductors der Muscheln und der dadurch bedingten Verlängerung des Enddarmes neben dem After verblieben sein und sich so von dem Mantelrande abgelöst haben.

Was meine Auseinandersetzungen bisher ergeben haben, will ich nunmehr in Folgendem zusammenfassen und einige allgemeinere Erörterungen daran knüpfen.

Ein System von Seitenorganen ist zuerst beschrieben worden bei Fischen und bei Amphibienlarven, sodann bei mehreren Familien von Chaetopoden, und der Entdecker derselben bei letzteren, Eisig, vertheidigt die Homologie dieser Sinnesorgane in beiden Thierklassen, dagegen über einen phylogenetischen Zusammenhang mit entsprechenden Organen unsegmentirter Thiere ist sich dieser Forscher nicht recht klar geworden. Was ich seinen Ergebnissen Neues hinzufügen kann, ist dieses. Den Ausgang für alle Sinnesorgane der Seitenlinie bilden diejenigen am Körperrande der Polycladen; sie zerfallen in zwei Gruppen: lichtempfindende Apparate und Tastapparate, und sie stehen bei Anonymus, wo sie in der ganzen Peripherie des Thieres vertheilt sind, durch Längsnerven mit einander in Zusammenhang[1]. Die Augen sind nach Lang von einfachem Bau, während sie jedoch durch ihre Verschiebung in das Körperparenchym abgeleitete Verhältnisse zeigen, die wir bei den Vorfahren der höheren Bilaterien kaum werden annehmen dürfen. Die Tastorgane stehen auf niedriger Stufe, sie sind Bündel von Haaren, die aus den Cilien hervorragen; sie können mit Tentakeln in Verbindung treten, welche dann bereits eine höhere Stufe darstellen.

---

[1] A. Lang spricht von einer Homologie dieses Nerven mit dem Ringnerv der Medusen; da er aber die Polycladen nicht von diesen, sondern von Ctenophoren herleitet, bei denen eine entsprechende Bildung doch wohl fehlt, und da ein phylogenetischer Zusammenhang der Medusen und Ctenophoren recht zweifelhaft ist, so kann ich die Berechtigung dieser Homologisirung nicht anerkennen.

Aus diesen Sinnesorganen gehen, wie wir gesehen haben, hervor: die am Mantelrande der Lamellibranchier, die der Krause von Rhipidoglossen, die Kiemen von Chiton, die Organe der Seitenlinie von Chaetopoden. Bald sind Augen und Tentakel neben einander vorhanden, bald die einen, bald die anderen rückgebildet. Die Sinnesorgane können sich sekundär rückbilden, dabei aber die Längsnerven, indem sie vielleicht andere Funktionen übernehmen, erhalten bleiben: die Seitenstränge der Solenogastres und wahrscheinlich die Parapodialganglien der Polychaeten. Eisig spricht von der Möglichkeit, dass nicht nur die Seiten- und becherförmigen Organe, sondern auch die »mehr oder weniger streng segmental angeordneten Augen als Derivate — neutralerer Sinnespapillen« aufgefasst werden könnten. Das mannigfaltige Vorkommen beider Gruppen von Sinnesorganen mag aber doch vielleicht seine Erklärung noch besser finden, wenn man eine ursprüngliche Trennung der Augen von den Tastorganen annimmt, die für sich allein oder neben einander vorhanden sein können, doch müsste man die ganze Reihe der Einzelfälle übersehen, um ein endgültiges Urtheil fällen zu können. Manchmal scheinen allerdings die Augen aus anderen Sinnesorganen sekundär entstanden zu sein, was aber natürlich kein Beweis dafür ist, dass es in anderen Fällen sich eben so verhält.

Es ergiebt sich aus dem Mitgetheilten auch die Folgerung, dass Sinnesorgane in der Seitenlinie in allen genannten Thiergruppen primär vorhanden sind, und dass ihr Fehlen einen sekundären Zustand darstellt, wie bei Polygordius und den Solenogastres.

Es ist hier nicht das erste Mal, dass von Seitenorganen bei Mollusken die Rede ist, doch hat meines Wissens noch kein Autor eine Homologie solcher Organe mit denen der Anneliden zu begründen versucht. Béla Haller hat die »Seitenorgane« bei Fissurella und Trochus beschrieben; dass diese nach meiner Ansicht in der That Sinnesorgane der Seitenlinie sind, haben wir früher erfahren.

Bei Pterotrachea sind die »Seitenscheiben« von Edinger[1] und Paneth[2] in eine funktionelle Beziehung zu den Seitenorganen der Fische gebracht worden. Es sind kreisrunde Scheiben von verschiedener

---

[1] Die Endigung der Hautnerven von Pterotrachea. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XIV. 1877.

[2] Beiträge zur Histologie der Pteropoden und Heteropoden. Ibid. Bd. XXIV. 1885.

Größe, welche hauptsächlich in der Umgebung der Bauchflosse stehen, aber auch an den Seiten fast des ganzen Körpers vertheilt sind. Ihre Verbreitung entspricht also ungefähr derjenigen der Seitenorgane von Haliotis. Sie bestehen aus großen Becherzellen, wie EDINGER richtig angiebt — man kann sich durch entsprechende Färbung leicht davon überzeugen — mit rundlichen grundständigen Kernen; zwischen diesen Zellen liegen kleinere Flimmerzellen. In der Mitte ist eine Stelle allein aus solchen Flimmerzellen zusammengesetzt, die nach außen sich verbreitern und hier bei den größeren Scheiben in einen »fadenförmigen Fortsatz« übergehen. Dieser scheint lediglich aus Epithelzellen zu bestehen, auch PANETH bemerkt »kein Lumen«. Wenn dieser Autor gesehen hat, dass der Fortsatz einer ausgeschnittenen Scheibe »fortwährend in rascher Bewegung« war, »er windet sich, krümmt sich, kreist um seinen Ansatzpunkt etc.«, so dürfte diese Erscheinung als eine passive Bewegung, welche durch die starke Flimmerung hervorgerufen wird, anzusehen sein. Ein Nerv tritt nach EDINGER an die Scheibe, doch konnte in den centralen Faden kein Zweig verfolgt werden. Die Frage, ob hier Sinnesorgane der Seitenlinie vorliegen, dürfte dadurch zu beantworten sein, dass man bei denjenigen Gastro- und Heteropoden, welche die Rhipidoglossen mit Pterotrachea verbinden, das Vorhandensein oder die Abwesenheit entsprechender Organe nachwiese.

Für die Rückenaugen von Onchidium hat SEMPER[1] diese Frage bereits beantwortet und hat ihre Entstehung aus Tastorganen innerhalb der Gattung klargelegt.

Ferner beschreiben P. und F. SARASIN[2] bei Embryonen von Helix Waltoni »Seitenorgane«. Wenn diese Autoren die Seitenorgane von Fischen und von Ichthyophis damit vergleichen, so ist klar, dass mit solcher Vergleichung recht wenig gewonnen ist, da die pulmonaten Gastropoden mit den Wirbelthieren doch etwas weitläufig verwandt sind. Diese Organe der Helix-Embryonen liegen meist an den »Sinnesplatten« des Kopfes, und dieser Umstand spricht kaum für eine Deutung als Seitenorgane.

Da die Pulmonaten doch allgemein von den Opisthobranchiern hergeleitet werden, so würde es empfehlenswerther sein, bei diesen Thieren nach homologen Sinnesorganen zu suchen. Hier aber ist bisher von Seitenorganen noch nichts bekannt, während die von Haliotis in der Lage nur ziemlich oberflächlich diesen der Helix-Embryonen entsprechen. Bei manchen Opisthobranchiern sind becherförmige Organe beschrieben worden, und diese scheinen mir nicht nur durch ihre Lage am Kopfe, sondern auch durch ihren Bau eine größere Ähnlichkeit mit den fraglichen Organen der Helix-Embryonen zu haben, als irgend welche Seitenorgane von Wirbellosen. Dabei muss jedoch hervorgehoben werden, dass beide Arten von Sinnesorganen eine gewisse Verwandtschaft nicht verkennen lassen, wie oben bemerkt wurde.

---

[1] Reisen im Archipel der Philippinen. III. Ergänzungsheft. Wiesbaden 1870—1882.

[2] Ergebnisse naturwissenschaftl. Forschungen auf Ceylon. Bd. I. 2.

Ferner sei hier eine Notiz von Leydig[1] erwähnt, in welcher eine Reihe von Sinnesorganen aufgezählt wird, welche wie die Punktaugen der Arthropoden, die Nebenaugen von Chauliodus und Andere »durch ihren Bau zu den Becher- oder Knospenorganen hinüberführen«, neben den Seitenorganen und Seitenaugen von Polyophthalmus »die Augen und Hautsinnesorgane in der Schale von Chitonen, — — die Rückenaugen von Onchidium und die Mantelaugen von Pecten«, doch ist hier keine morphologische Begründung einer Homologie dieser Organe versucht worden.

Während ich also auch bei Mollusken das Verhandensein von Sinnesorganen der Seitenlinie konstatirt zu haben glaube, homolog denen der Anneliden, so drehten sich meine Erörterungen über das Nervensystem hauptsächlich um die Frage nach Äquivalenten der Bauchstränge und der Seitenstränge des Urmollusks. Letztere hängen ursprünglich mit den Sinnesorganen der Seitenlinie zusammen und sind in den meisten Fällen dadurch erkennbar; hinten liegen sie über dem Darm. Die Bauchstränge sind beim Urmollusk unter einander und mit den Seitensträngen durch zahlreiche Nerven verbunden; dieses Verhalten ist in den meisten Fällen an den abgeleiteten Nervensystemen erkennbar und dann für die Homologie ein schwerwiegender Grund. Homologa der Bauchstränge sind bei Lamellibranchiern die beiden ventralen Ganglienpaare, welche ich als vordere und hintere Bauchganglien bezeichne, mit ihren Connectiven, ferner die sogenannten Pedalganglien der Gastropoden, zu denen die Pleuralganglien gehören, endlich das Bauchmark der Anneliden.

Nachdem im Vorhergehenden eine Homologie der Bestandtheile des Nervensystems verschiedener Thiergruppen begründet worden ist, möge hier nun eine Charakteristik dieser Theile versucht werden, wie sie sich bei einem solchen Vergleiche und bei einer Berücksichtigung der ontogenetischen Verhältnisse ergiebt.

Als das Centrum des ganzen Nervensystems betrachtet man meistentheils die beiden Cerebralganglien. Ihre Entstehung ist sehr genau bekannt geworden bei Anneliden, hauptsächlich durch Kleinenberg's

---

[1] Das Parietalorgan der Wirbelthiere. Zool. Anz. Nr. 262.

Entwicklungsgeschichte des Lopadorhynchus. Danach entstehen sie zum größten Theile aus den Sinnesorganen der »Umbrella«; sie sind daher als vorwiegend sensible Centren anzusehen. Von Bedeutung ist auch SEMPER's Angabe, dass bei der Strobilation der Naiden von der Seitenlinie aus »in der Kopfzone die Einwucherung der Sinnesplatte erfolgt. Diese letztere kann man daher als eine direkte Verlängerung der Seitenlinie betrachten« (l c., p. 215).

Bei Mollusken sind diese Verhältnisse noch nicht genügend erforscht, doch glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich auch ihre Cerebralganglien im Allgemeinen als vorwiegend sensible Centren betrachte, indem ich eine ähnliche Entstehung voraussetze.

Aus Allem, was von den Seitensträngen gesagt worden ist, geht hervor, dass auch sie in der Hauptsache sensible Centren sind und offenbar entstanden im Anschluss an die Sinnesorgane der Seitenlinie.

Einigermaßen verschieden von ihnen sind die Bauchstränge. Bei Polycladen findet sich auf der Bauchseite ein reiches Geflecht gangliöser Nerven, welche nach meiner Ansicht als die Centren der hier stärker als dorsal entwickelten Muskulatur anzusehen sind. Zwei Längsnerven, die von den Cerebralganglien nach hinten ausgehen, sind konstant vorhanden und sie werden um so stärker, je höher die Thiere stehen, namentlich treten sie nach ARN. LANG bei Prosthiostomum hervor, welches Thier das höchstentwickelte unter den cotyleen Polycladen sein soll. Diese Verstärkung dürfte dadurch geschehen, dass sich die Ganglienzellen der benachbarten Nerven in diesen beiden Hauptsträngen koncentrirten. Das ist dann bei den höheren Thieren in noch weit höherem Maße geschehen und so sind die Bauchstränge entstanden, welche auch noch bei Chiton und Haliotis nur einen Haupttheil der Muskelcentren des Fußes darstellen, da zahlreiche gangliöse Stränge von ihnen ausgehen, die zwischen den Muskeln hindurchziehen; auch von Proneomenia sagt HUBRECHT: »Even in the commissures nerve-cells are not wholly absent.« Was KLEINENBERG von der Entstehung des Bauchmarkes bei Lopadorhynchus angiebt, scheint mir mit meiner Ansicht in Einklang zu stehen, denn es geht daraus die genetische Beziehung zur Muskulatur hervor, welche ich voraussetze. Auch bei Mollusken sind die Bauchstränge hauptsächlich motorische Centren. Bei Chiton und Haliotis enden die Nerven meist über der Sohle, wo sie zwar mit den dort befindlichen Sinneszellen jedenfalls in Verbindung stehen, jedoch kann es nicht zweifelhaft sein, dass die Fußmuskulatur von ihnen innervirt wird; ähnlich ist es bei Proneomenia. Bei Arca versorgen die vorderen Bauchganglien den größten Theil der Fußmuskeln, woher sie ja als Pedalganglien bezeichnet werden, jedoch werden gerade die größten Muskeln des Muschelleibes von den hinteren Bauchganglien innervirt, die großen hinteren »Byssusmuskeln« und der hintere Schalenschließer. Wie wir früher gesehen haben, ist ein Theil der gangliösen Bestandtheile der Bauchstränge mit den Cerebralganglien vereinigt, daher kann es nicht überraschen, dass von diesen die Nerven zu dem vorderen Schalenschließer abgehen.

Ein physiologisches Experiment, welches Steiner[1] angestellt hat, bestätigt meine Anschauung von der Natur der ventralen Centren von Mollusken. Bei Pterotrachea mutica tritt »nach Entfernung des Cerebralganglions — keine Bewegungsstörung auf, aber es verschwindet jede Bewegung nach Zerstörung des Pedalganglions. Letzteres enthält also das allgemeine Bewegungscentrum, welches aber zugleich das einzige Bewegungscentrum des Körpers ist. Da die einseitige Abtragung des Fußganglions unter diesen Umständen von besonderem Interesse war, wurde dieselbe bei einer ähnlichen pelagischen Form, der Cymbulia, ausgeführt und ergab Kreisbewegung um die verletzte Seite«.

Die biologische Bedeutung der Visceralkommissur ist mir eben so unbekannt wie ihre ontogenetische Entstehung, doch ist sie sicherlich motorisch und es ist möglich, dass die Innervirung des Spindelmuskels ihr ursprünglicher Hauptzweck gewesen und vielleicht auch zur Erklärung ihrer morphologischen Verhältnisse zu verwenden ist.

Es stehen sich demnach gegenüber einerseits Cerebralganglien und Seitenstränge, andererseits die Bauchstränge; jene sind vorwiegend sensibel, diese motorisch. Es scheint mir das eine beachtenswerthe Thatsache, welche auf die Art und Weise, wie das Nervensystem funktionirt, einiges Licht wirft. Die sensiblen Centren hängen mit den motorischen durch eine große Zahl von Nerven zusammen (vgl. Taf. XVII, Fig. 2, 5—7); wenn jene durch die Sinnesorgane, zu denen sie gehören, einen Reiz von der Außenwelt her percipiren, so werden sie durch diese Nerven auf die Bauchstränge eine Einwirkung ausüben, in Folge deren die Muskulatur zu einer entsprechenden Aktion veranlasst wird. So stellen in physiologischer Hinsicht eigentlich die Bauchstränge das Centrum des Nervensystems dar, wie bei den niederen Fischen das Rückenmark, weil auf sie doch zuletzt alle Eindrücke einwirken müssen, ehe eine aktive Thätigkeit des Thieres zu Stande kommt.

Eine solche gegenseitige Beziehung der Bestandtheile des Nervensystems ist häufig in den morphologischen Verhältnissen deutlich erkennbar, öfters jedoch sekundär verwischt. So sind bei Proneomenia die Seitenorgane rückgebildet; das dorsale am Hinterende liegende Organ mag vielleicht hierher zu rechnen sein. Bei Haliotis und Chiton rubicundus sind die Bestandtheile ganz gesondert und die charakteristische Verbindung der Bauchstränge mit den Seitensträngen ist erhalten. So verhält es sich auch bei den Chaetopoden, welche Sinnesorgane der Seitenlinie besitzen. Die Lamellibranchier zeigen eine Rückbildung der Sinnesorgane des Gehirns, von denen nur die Otocysten erhalten sind; dafür haben die Cerebralganglien motorische Ganglienzellen aufgenommen. Die Seitenorgane sind meist hoch entwickelt und sie hängen mit den motorischen Centren durch die Mantelnerven zusammen, mit den vorderen Bauchganglien allerdings nur indirekt. Ich möchte hervorheben, dass die Sinnesorgane in der hinteren Hälfte des Thieres ganz bedeutend überwiegen; hier liegen bei Asiphoniaten die Spengel'schen »Geruchsorgane«, welche den Gehalt des Wassers an feinen suspendirten Bestandtheilen prüfen mögen, hier die abdominalen Sinnesorgane, die jede Wasserbewegung, welche ein in der Nähe vorbeischwimmendes Thier hervorruft, zur Wahrnehmung bringen, wenn meine Ansicht von der Funktion dieser Organe richtig ist, und auch die Augen am Mantelrande sind hier zahlreicher als vorn, welche den Schatten eines Feindes percipiren können. Bei Siphoniaten sind es hauptsächlich die Sinnesorgane an der Öffnung des Einströmungssipho. Es sind dies diejenigen Sinnesorgane, welche mit den hinteren Bauchganglien direkt zusammenhängen, und wie wir erfahren haben, werden von diesen Ganglien die großen Byssusmuskeln und der hintere Schalenschließer innervirt, diejenigen Muskeln, welche vor allen anderen zum Schutze des Thieres gebraucht werden: der eine zieht den Fuß in die Schale zurück, der andere schließt diese. Die vorderen Bauchganglien setzen dagegen diejenigen Fußmuskeln in Bewegung, welche zur Ortsbewegung dienen.

---

[1] Über die Physiologie des Nervensystems einiger wirbellosen Thiere. Tageblatt der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Wiesbaden. p. 254.

Rawitz stellt am Schlusse seiner Arbeit über »das centrale Nervensystem der Acephalen« (Jen. Zeitschr. f. Naturw. XX, 1887) über die Bedeutung der hinteren Bauchganglien Erörterungen an, in denen er zu dem Schlusse kommt, diese Centren stehen »in keinem Zusammenhang mit der Kiemenausbildung, sondern mit der Ausbildung des Mantelrandes« (p. 67); Ersteres gebe ich zu, weil die Kiemen ihre eigenen Centren haben, Letzteres nicht. Denn bei Ostreaceen sind nicht nur die Sinnesorgane, sondern auch die Schalenschließer stark entwickelt und Rawitz beweist nicht, dass die hinteren Bauchganglien wirklich Centren der Sinnesorgane am Mantelrande sind, während er selbst bei Pecten und Lima »vier bis fünf und mehr Muskelnerven jederseits« (p. 9) beschreibt; sonst pflegt nur ein Paar vorhanden zu sein. Daher kann ich in seinen Auseinandersetzungen keinen Grund finden, die hinteren Bauchganglien für sensible Centren zu halten.

Wenn in den vorliegenden Erörterungen ein Gegensatz zwischen Ganglien und Nerven meist unberücksichtigt geblieben ist, so wird es vielleicht zweckmäßig sein, einige Worte über die Berechtigung dazu beizufügen. Diese glaube ich aus der vergleichenden Betrachtung des Nervensystems der niedersten Metazoen, der Coelenteraten und Polycladen, entnehmen zu dürfen. Zuerst ist das Nervensystem, so weit es nicht noch im Epithel zu suchen ist, ein Geflecht der Fortsätze vereinzelter Ganglienzellen, welche die Muskelfasern unter einander und mit Sinneszellen verbinden. Dann vereinigen sich die Ganglienzellen mit einander und es entstehen so die reichverzweigten gangliösen Nerven der Polycladen als zweites Stadium. Wieder weiter ziehen sich die Ganglienzellen an einzelnen Orten zusammen, und aus dem Nervennetz restiren einfache Verbindungen der Ganglienknoten; dadurch bildet sich erst ein Gegensatz aus zwischen Ganglion und Nerv zwischen centralem und peripherischem Nervensystem. In der Reihe der Mollusken, namentlich der Prosobranchier, ist dieser Vorgang mit ausgezeichneter Klarheit zu verfolgen. Ursprünglich war das ganze System central, alle Nerven waren gangliös. Nur durch diese Annahme erhält man eine ungezwungene Erklärung der Thatsache, dass bei höheren Thieren getrennt angelegte Ganglien ontogenetisch scheinbar sekundär durch Nerven in Verbindung treten. Auch ergiebt sich daraus, dass für die vergleichend-morphologische Betrachtung ein Gegensatz zwischen Ganglion und Nerv in so fern nicht existirt, als Ganglienknoten und ihre Connective homolog sind den gangliösen Nervensträngen niederer Formen, aus denen sie hervorgegangen sind. Auch will ich bemerken, dass bei einer Eintheilung der Ganglien in centrale und peripherische sich für die vergleichende Morphologie der niederen Thiere nur Nachtheile herausstellen, denn homologe Theile können bei Verwandten einmal für peripher, ein anderes Mal für central angesehen werden, wie die Nerven der Krause von Haliotis und die Seitenstränge von Chiton; wo will man da eine Grenze ziehen?

Bei den niederen Mollusken, die wir hier hauptsächlich behandelt haben, sind, von den Muskelnerven abgesehen, die meisten sogenannten peripherischen Nerven Verbindungen von Ganglien, also Connective nach Spengel's Bezeichnung, so bei Lamellibranchiern die Mantelnerven, welche die Cerebral- und hinteren Bauchganglien mit dem Mantelring verbinden, und die Eingeweidenerven, durch welche die hinteren Bauchganglien mit den gangliösen Bestandtheilen des Tractus renopericardialis zusammenhängen[1], so bei Haliotis namentlich die Nerven, welche von den Bauchsträngen zur Krause gehen, entsprechend bei Chaetopoden die Verbindungen der Seitenorgane mit dem Bauchmark. Ich hebe diesen Umstand ausdrücklich hervor, weil ich die Nichtbeachtung desselben für die Ursache der bisherigen meiner Ansicht nach unrichtigen Anschauungsweise über das Nervensystem der besprochenen Mollusken halte.

Zum Schluss nun noch in Kürze einige Bemerkungen über histologische Verhältnisse des Nervensystems.

Wenn wir auch fast von keinem der Ganglien werden annehmen dürfen, dass es rein sensibel oder rein motorisch sei, so drückt sich doch ein entschiedener Gegensatz aus zwischen den Bauchsträngen einerseits und den übrigen Hauptcentren andererseits, wie in den Innervirungsverhältnissen, so auch im histologischen Bau. Freilich ist das nicht immer auf den ersten Blick deutlich, so zeigt namentlich das Nervensystem der Amphineuren fast in allen Theilen sehr ähnliche Elemente, doch muss ich bemerken, dass meine Studien in dieser Beziehung sich auf solches Material beziehen, welches für diese Frage nicht sehr beweiskräftig ist, nämlich fast nur auf junge Thiere, und eingehende Untersuchungen der erwachsenen Exemplare werden vielleicht auch hier Unterschiede erkennen lassen.

Diejenigen Ganglien, welche am reinsten, zum Theil sogar vollkommen sensibel sind, sind die einzelner Sinnesorgane. Bei Polychaeten betrachtet Eisig die Region der »Körner« in den Seitenorganen als Ganglion der letzteren; dieses besteht aus kleinen Zellen mit rundlichen Kernen von 2—4 μ Durchmesser. Zum Vergleiche erwähnt Eisig ähnliche Zellen aus den Otocysten von Octopus und Pterotrachea. In den Augen von Arca werden nach Patten die »Retinulae« in frühen Stadien zu Ganglienzellen; die Kerne derselben sind klein, färben sich tief und enthalten nie Kernkörperchen. Ähnlich sind die Körnerzellen der abdominalen Sinnesorgane, deren Kerne 3—4 μ im Durchmesser haben, und die unter dem Epithel gelegenen Ganglienzellen. Auch die Ganglien der Seitenorgane von Fissurella scheinen nur kleine Kerne zu enthalten. Sehr gut lässt sich die Eigenartigkeit des Baues sensibler Ganglien erkennen bei vielen Opisthobranchiern, z. B. bei Philine, Bulla. Man kann hier auf den ersten Blick erkennen, ob man ein Sinnesorganganglion vor sich hat oder nicht. Ein Blick auf Fig. 13 wird das erläutern. Die sehr zahlreichen Kerne haben eine Größe von 2—3 μ.

---

[1] Die Innervirung des Magens von Arca habe ich bisher nicht feststellen können. Rawitz behauptet (l. c., p. 5) »bei den Unioniden entspringt eine große Anzahl von Nerven für die Eingeweide aus den Pedalganglien, eben so bei den Arcaceen«; das könnte vielleicht für den Verdauungstract seine Richtigkeit haben, bei anderen Muscheln sind indessen von mehreren Autoren (Duvernoy bei Mytilus, Egger bei Jouannetia) Magennerven beschrieben, die von den Connectiven der Cerebral- und hinteren Bauchganglien entspringen.

In allen diesen Fällen zeichnen sich die Ganglienzellen durch geringe Größe ihrer Kerne, häufig (oder immer?) durch das Fehlen von Kernkörperchen, hauptsächlich aber durch die Kleinheit des Zellkörpers aus, welcher durch zwei oder mehr Fortsätze mit den anderen in Verbindung steht.

Indem ich weiter mich zu den Cerebralganglien wende, will ich erwähnen, dass dieselben schon bei den Polycladen eine Zusammensetzung aus zwei durch ihre verschiedenen Zellarten kenntlichen Theilen zeigen (Fig. 12). Die vordere Hälfte der Zellrinde wird von einer dicken Schicht kleiner Zellen, die hintere von bedeutend größeren und weniger zahlreichen Zellen gebildet. Berücksichtigen wir nun, dass aus dem Vordertheile die Nerven zu den Sinnesorganen, aus dem hinteren dieselben entspringen, die zu dem motorischen Plexus gehen, so werden wir, wie ich glaube, kaum zweifelhaft sein können, dass die kleinen Zellen zu den Sinnesorganen, die großen zu dem motorischen Plexus gehören, und wir erkennen ferner die Zusammensetzung der Cerebralganglien aus einem vorderen sensiblen und einem hinteren motorischen Antheil. Bei Notomastus beschreibt EISIG die Anordnung der zelligen Bestandtheile in den oberen Schlundganglien so: »Die Ganglienzellen der Augenlappen sind klein, multipolar, oft körnerähnlich; eben so sind die distalen Theile der vorderen Hauptlappen aus solch' kleinen Zellen zusammengesetzt; in den proximalen Theilen dieser Lappen dagegen walten, besonders peripherisch, große, scheinbar unipolare Zellen vor. Die hinteren Lappen enthalten in den äußersten Lagen ebenfalls große, scheinbar unipolare Zellen, welchen nach innen zu kleine, multipolare folgen. Die dünne Zellenlage des ventralen Lappens endlich wird ausschließlich von auffallend großen, unipolaren Ganglienzellen zusammengesetzt.« KLEINENBERG giebt an, dass rundliche »automatische« und große birnförmige »Reflexzellen« sich außer den Sinneszellen der verschiedenen Antennen und der »Geruchsorgane« am Aufbau des Kopfganglions von Lopadorhynchus betheiligen, dass dieselben aber alsbald verschwinden. »Späterhin sondert sich die Masse des Gehirns wieder in regelmäßig vertheilte Gruppen von Zellen, die nach Größe, Form und Beschaffenheit stark von einander abweichen«, doch konnte KLEINENBERG nicht nachweisen, »ob diese bleibenden Differenzirungen — — auf die ungleichartigen Elemente, welche sich zur Herstellung des Kopfganglions vereinigen, zurückzuführen sind« (l. c., p. 72).

Die Cerebralganglien von Rhipidoglossen enthalten nach Béla Haller keine »Dreieckzellen«, welche in den Pedalsträngen durch ihre Größe sich von den übrigen Elementen unterscheiden. Bei Opisthobranchiern sind die Zellen der Cerebralganglien zwar nicht so groß wie die in den Pedalganglien, doch tragen sie nicht den Charakter der sensiblen Ganglien an sich, welche vielmehr als eigene Centren sich ihnen anschließen. Man kann daher diese Cerebralganglien mit dem hinteren Theile derjenigen von Anneliden vergleichen, etwa dem ventralen Lappen von Notomastus, wobei die Frage offen bleibt, ob hier eine Homologie oder Analogie besteht. Die vorderen Hauptlappen, die Augenlappen, sowie die hinteren Lappen von Notomastus haben ihre entsprechenden Theile in den eigenen Ganglien der Sinnesorgane von Opisthobranchiern, mit denen sie eine ziemlich große Ähnlichkeit besitzen.

Die Bauchstränge zeigen mehr oder weniger deutliche Verschiedenheiten von den Cerebralganglien. Sehr ausgeprägt sind solche nach Friedländer[1] bei Lumbricus, denn während in den Ganglien des Bauchmarks nur oder doch vorwiegend große Zellen vorkommen, bildet in den Cerebralganglien die Hauptmasse der nervösen Zellen eine sehr mächtige Schicht kleiner Zellen, die große Ähnlichkeit mit denen der sensiblen Ganglien haben. Bei Polychaeten sind meist solche kleine Zellen auch im Bauchmark vorhanden, jedoch viel vereinzelter als in den Cerebralganglien.

Béla Haller beschreibt in den Pedalsträngen der Rhipidoglossen große »Dreieckzellen«, die mit kleineren Zellen in Verbindung stehen. Vergleicht man damit den Plexus im Herzen dieser Thiere, welcher doch ohne Zweifel motorisch ist, so ergiebt sich eine große Ähnlichkeit dieser Dreieckzellen mit denjenigen im Herzen, welche durch einen »Protoplasmafortsatz« direkt mit Muskelkernen in Verbindung treten und daher doch wohl die eigentlich motorischen Elemente sind, während die kleinen multipolaren Zellen der Verbindung dienen dürften. In den Pedalsträngen sind die Verhältnisse viel komplicirter als im Herzen, jedoch scheint mir ein principieller Gegensatz zwischen den Dreieckzellen und kleineren Verbindungszellen unverkennbar zu sein, und es liegt nahe, die ersteren hier als die motorischen Elemente in Anspruch zu nehmen. Bei den Ichnopoden erlangen diese in den Pedal- und Pleuralganglien häufig eine riesenhafte Größe und sind dadurch von den kleinen sensiblen und Verbindungszellen mit größter Leichtigkeit zu unterscheiden. Die Hauptganglien von Arca, welche ja der Hauptsache nach motorische Centren sind, zeigen in ihren zelligen Bestandtheilen Ähnlichkeit mit denen in den Pedalsträngen der Rhipidoglossen.

---

[1] Beiträge zur Kenntnis des Centralnervensystems von Lumbricus. Diese Zeitschrift. Bd. XLVII.

Aus den angeführten Thatsachen möchte ich den Schluss ziehen, dass bei den meisten Mollusken und Chaetopoden die motorischen Ganglienzellen sich durch bedeutendere Größe des Kernes wie des Zellleibes, auch durch das Vorhandensein eines Nucleolus von den sensiblen unterscheiden.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen den sensiblen und den Verbindungszellen in morphologischer Hinsicht kaum bestehen dürfte, da jene doch auch eine Verbindung vermitteln zwischen den Sinnesepithelien einerseits und den motorischen Zellen andererseits. In wie weit hier physiologische Unterschiede existiren, ist schwer zu sagen. Vielleicht kann man die Gesammtheit der motorischen Zellen als den Sitz des Willens, die Verbindungszellen als den der Empfindung betrachten.

Zusammenfassung.

Da die Ergebnisse vorliegender Arbeit, namentlich die hier zum ersten Male mitgetheilten Thatsachen, wegen des Planes des Ganzen wenig übersichtlich sein mögen, so sollen die Hauptsachen hier in Kürze zusammengefasst werden.

Es wurden bei einem kleinen mittelmeerischen Chiton, der vielleicht wegen der Abweichungen von anderen Arten zum Repräsentanten einer eigenen Gattung zu machen sein wird[1], in der Schale steckende augenähnliche Gebilde beschrieben, welche mit den durch Moseley bekannt gewordenen »Augen« anderer Chitonen weitgehende Unterschiede zeigen; außerdem bewegliche Borsten am Rande des Körpers, welche vermuthlich zum Tasten dienen.

Im Nervensystem sind die als Cerebralganglien gedeuteten Anschwellungen des dorsalen Schlundringes, der unmittelbare Zusammenhang des letzteren mit den vorderen Eingeweideganglien und vor Allem die zahlreichen Connective zwischen Bauch- und Seitensträngen von Wichtigkeit.

---

[1] Ähnlich den Unterschieden in den Nervensystemen von Neomenia und Proneomenia sind die zwischen den bisher untersuchten Chitonen und unserem Chiton rubicundus, daher würde bei der Aufstellung einer neuen Gattung der Name Prochiton diesem Verhalten am besten Ausdruck geben; für diese Gattung würden außer den beschriebenen Connectiven zwischen Bauch- und Seitensträngen auch die beweglichen Tastborsten charakteristisch sein, während dorsale Augen ja auch sonst vorkommen.

Bei einer Proneomenia[1] habe ich ähnliche Hypodermisfortsätze, wie sie Hubrecht als Borstenträger bei Proneomenia Sluiteri beschreibt, gefunden, in ihnen aber keine Spicula wahrgenommen und ich halte dieselben für Hautsinnesorgane.

Junge Thiere von Arca Noae haben vorn im Mantel zwei verhältnismäßig große Pigmentbecher, deren Konkavität nach den Seiten gerichtet ist.

Seitenorgane, wie sie ähnlich bei Fissurella und Trochus bekannt sind, habe ich bei Haliotis beschrieben; dieselben sind hier nicht auf die Krause (Epipodium) beschränkt, sondern finden sich auch an anderen Stellen des Körpers. Die Kopffühler wurden als die vorderen Endtentakel der Krause gedeutet.

Im Nervensystem von Haliotis wurde hauptsächlich die Sonderung des oberen Schlundringes in drei über einander gelegene Abschnitte beschrieben, von denen der unterste sich ablöst, um eine Kommissur unter dem Schlunde zu bilden, während die beiden oberen in die Pleuropedalconnective übergehen.

Lacaze-Duthiers' Darstellung von den Verhältnissen des Schlundringes von Dentalium wurde berichtigt und ein Subradularorgan, wie es bei Chiton vorhanden ist, beschrieben.

Ferner wurde vergleichend-anatomisch begründet, dass die oberen Schlundganglien der Polycladen, Anneliden und der Solenogastres nicht den Cerebralganglien der Mollusken homolog sind, sondern dass diese Centren vielmehr den seitlichen Schlundganglien von Neomenia entsprechen dürften.

Dem kleinen Schlundringe der Solenogastres homologe Bildungen fanden wir bei den Anneliden, bei Chiton, Haliotis, Dentalium und Meleagrina (nach Mayaux); vordere Eingeweideganglien fehlen bei den Solenogastres und den Anneliden, sind dagegen bei Chiton, Dentalium, Meleagrina und allen übrigen hier behandelten Mollusken, mit Ausnahme der Lamellibranchier, vorhanden.

Als Sinnesorgane der Seitenlinie, homolog denen der Chaetopoden, betrachte ich die Sinnesorgane am Mantelrande der Lamellibranchier, die der Krause von Rhipidoglossen, und aus homologen Cirren sind auch die Chitonkiemen hervorgegangen. Damit steht im Zusammenhange, dass den Seitensträngen der Amphineuren die Seitenorganganglien der Chaetopoden, der Mantelrandnerv von Lamellibranchiern, die Ganglien in der Krause der Rhipidoglossen[1] homolog sind, während den Bauchsträngen das Bauchmark der Anneliden, die beiden ventralen Ganglienpaare der Muscheln, von denen das vordere das Centrum für die Ortsbewegung, das hintere für den Schutz des Thieres ist, und die Pedalganglien der Gastropoden entsprechen.

---

[1] Durch die Güte des Herrn Dr. Eisig erhielt ich einige Neapler Amphineuren. Das früher erwähnte »Proneomenia-ähnliche Thier« ist ohne Zweifel eine Proneomenia, welche durch geringere Größe (Länge circa 3 cm, Dicke 1,5 mm) sich von der durch Hubrecht beschriebenen Art unterscheidet, in der Organisation aber mit dieser in allen wesentlichen Punkten übereinstimmt; da von ihr meines Wissens in der Litteratur noch nichts erwähnt ist, so will ich sie Proneomenia neapolitana benennen.

Endlich wurde ein gewisser Gegensatz behauptet zwischen den Bauchsträngen einerseits und den Seitensträngen und Cerebralganglien andererseits, ein Gegensatz, der sich in den Innervirungsverhältnissen und manchmal auch deutlich in dem histologischen Bau der Centren ausdrückt; die Bauchstränge und ihre Homologa entsprechen in ihrem Gesammtcharakter dem Rückenmark der Chordaten.

Berlin, im Mai 1889.

---

[1] In einer mir nachträglich durch die Güte des Verfassers zugekommenen Arbeit von PELSENEER (Sur le pied et la position systématique des Ptéropodes. Extr. des Mém. de la Soc. R. Malacol. de Belg. T. XXIII) wird am Fuße von Pectunculus ein Wulst erwähnt, welcher dem Epipodium von Trochus entsprechen soll. Ich finde zwar bei konservirten Thieren hin und wieder etwas Derartiges, in anderen Fällen aber nicht, und ich sehe in der beschriebenen Bildung nichts weiter, als eine durch die Zusammenziehung des Fußes bewirkte Faltung, welche in keiner Hinsicht dem Epipodium der Rhipidoglossen an die Seite gesetzt werden kann.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI.

Mit Ausnahme von Fig. 4, 5 und 9 sind alle Umrisse mittels Abbe'schen Zeichenapparates entworfen; die dabei angewandten Systeme sind bei den einzelnen Figuren angegeben.

Fig. 1*a—h*. Querschnitte durch das Nervensystem von Chiton rubicundus. Seibert III, 1 (doppelte Höhe des Objekttisches). *a—d*, Cerebral- und vordere Eingeweideganglien; zwischen *a* und *b* fehlt ein Schnitt!, *b—d* auf einander folgende Schnitte. In Fig. 1*e* ist vE_1 der zweite Knoten der vorderen Eingeweideganglien, *c*, Connectiv zwischen dem ersten Knoten und dem unteren Schlundringe. In Fig. 1*f* ist *V*, Bauchstrang, *uS*, unterer Schlundring; *a b* bezeichnet die Medianlinie. In Fig. 1*g* bezeichnet *L* den Seitenstrang, *Sr* Ganglion des Subradularorgans. Fig. 1*h* Schnitt durch einen Bauchstrang in der Gegend der vordersten Kommissuren (*com*) und Connective (*con*) zu den Seitensträngen.

Fig. 2*a—p*. Querschnitte durch den Schlundring von Haliotis tuberculata. Seibert I, 1 (Höhe des Objekttisches). *m*, Rüsselnerven; *t*, Tentakel-, *oc*, Augennerv; *ep*, Nerven der Krause; *vE*, vorderes Eingeweideganglion; *c*, dessen Connectiv, das sich in Fig. 2*n* mit dem Schlundring vereinigt; *uS*, unterer Schlundring; in Fig. 2*o* allein gezeichnet; *Sr*, Subradularnerv.

Fig. 3*a—g*. Querschnitte durch die Pleuropedalganglien desselben Thieres, schwächer vergrößert, Zeiss A ohne Endlinse, 2. *ot*, Otocysten, bei *ac* Ursprung des Nervus acusticus; *lp*, linker, *rp*, rechter Mantelnerv; *plc*, Pleural-, *pc*, Pedalkommissur; *vc*, Visceralkommissur.

Fig. 4. Chiton rubicundus von oben, vergrößert; die Randborsten sind nur rechts gezeichnet.

Fig. 5. Stück der Krause einer Haliotis tuberculata. *S*, Schale; *T*, Taster.

Fig. 6. Schnitt durch ein Seitenorgan (*So*) derselben in retrahirtem Zustande. Bei *t* Anfang eines Tasters; *v*, Blutgefäß; *tn*, Tasternerv; *n*, Nerv des Seitenorgans; *rm*, Retractoren; *em*, Elevatoren des Sinnesorgans. Seibert III, 1.

Fig. 7. Äußere Schalenschicht (Tegmentum) mit Sinnesorganen aus einem Querschnitt von Chiton marginatus. Seibert III, 1.

Fig. 8. Auge im Tegmentum aus einem Querschnitt von Chiton rubicundus. Seibert V, 1. *l*, Linse; *g*, Ganglion; *n*, Verbindungsstrang; *ep*, Hypodermis.

Fig. 9*a*, *b*. Embryonale Augen von Chiton Polii nach Kowalevsky. *a*, jüngeres, *b*, älteres Stadium.

Fig. 10. Vorderer Theil eines frontalen Längsschnittes durch eine kleine Arca Noae mit den zwei Pigmentbechern (*oc*) im Mantel. *Aa*, Adductor anterior. Bei *a* ist derselbe Schnitt in natürlicher Größe gezeichnet. Seibert III, 1.

Fig. 11. Borstenträger am Rande von Chiton rubicundus. Seibert V, 1. *Ct*, Cuticularschicht.

Fig. 12. Sagittaler Längsschnitt durch ein Cerebralganglion eines kleinen Thysanozoon Brocchii. Zeiss D, 2. *a*, vorn, *p*, hinten; *oc*, Augen.

Fig. 13. Querschnitt durch ein »Tentakelganglion« (*T*) von Bulla hydatis; *C*, Cerebralganglion. Zeiss D, 2.

Tafel XVII.

Nervensysteme in schematischer Darstellung von der Ventralseite; der Enddarm (*an*) ist in Fig. 1—5 angedeutet, um die dorsale Lage der roth gezeichneten Seitenstränge zu bezeichnen.

Fig. 1. Polycladenähnliches Urmollusk. *C*, Cerebralganglien (obere Schlundganglien); *V*, Bauchstränge; *L*, Seitenstränge; *A*, Augen; *T*, Tentakeln; *K*, Kiemen; *Grp*, Ganglien des Tractus renopericardialis; *R*, kleiner Schlundring.

Fig. 2. Proneomenia nach HUBRECHT.

Fig. 3. Neomenia nach VON GRAFF. C_1, sekundäre Cerebralganglien (seitliche Schlundganglien).

Fig. 4. Chiton rubicundus; Eingeweidenerven nach BÉLA HALLER. *Gc*, Herzganglien; *Gr*, Ganglien der Niere, *m*, des Magens; *T*, Kiemen; *A*, embryonale Augen.

Fig. 5. Arca Noae. *Va*, vordere, *Vp*, hintere Bauchganglien; *L*, Mantelring.

Fig. 6. Haliotis mit Benutzung von LACAZE-DUTHIERS' Darstellung. *Pl*, Pleuralganglien, von denen die Visceralkommissur und die Mantelnerven abgehen; *L* und *T*, Krause.

Fig. 7. Polychaet (Notomastus). *L*, Seitenorgane.

Trembley's Umkehrungsversuche an Hydra nach neuen Versuchen erklärt

von

Dr. **C. Ischikawa** (Rigakushi) aus Tokyo, Japan.

Mit Tafel XVIII—XX und 4 Holzschnitten.

Vorwort.

Bekanntlich war TREMBLEY der Erste, der Umkehrungsversuche an Hydra anstellte und zu dem interessanten Resultat kam, dass ein umgestülptes Thier in seinem neuen Zustande fortleben könne, indem die ursprüngliche Außenseite zur Innenseite werde, und umgekehrt. Viele Forscher wiederholten später diese merkwürdigen Experimente, aber sie kamen alle zu dem Resultate, dass ein umgestülptes Thier, wenn es nicht wieder in seine ursprüngliche Lage zurückkehren könne, zu Grunde gehe. So wurden die Umkehrungsversuche TREMBLEY's allgemein als nicht richtig gedeutet angesehen, bis vor zwei Jahren NUSSBAUM[1] dieselben wiederholte und sie wenigstens nach ihrem Gesammtresultat bestätigte. Nach seiner Untersuchung sollte in der That ein solches Thier weiter leben können ohne sich wie ein umgestülpter Handschuhfinger wieder umzukrempeln; aber freilich sollte statt dessen eine Art heimlicher Zurückkrempelung eintreten, indem die ins Innere des Thieres künstlich versetzten Ektodermzellen durch die Einstülpungsöffnung und die beiden Stichwunden, die von dem durchzogenen Silberdraht herrührten, herauskriechen und sich außerhalb des Entoderms wieder zu einem neuen Ektoderm zusammenlagern sollten. NUSSBAUM bestätigte also nur den allgemeinen Erfolg des TREMBLEY'schen Versuchs, nicht aber den Schluss, den man aus ihm gezogen hatte, dass nämlich das Ektoderm zum Entoderm werden könne und umgekehrt.

---

[1] M. NUSSBAUM, Über die Theilbarkeit der lebendigen Materie. II. Mittheilung. Beiträge zur Naturgeschichte des Genus Hydra. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIX.

In Bezug auf diesen letzteren Schluss mussten ja die Nussbaumschen Angaben durchaus befriedigend erscheinen, denn es dürfte wohl im Voraus als sehr unwahrscheinlich angesehen werden, dass Entodermzellen die Funktion von Ektodermzellen je übernehmen können und umgekehrt, ob aber die weitere Angabe des Herauskriechens der Ektodermzellen und ihrer Anordnung zu einem neuen Ektoderm nicht doch andererseits diesen Zellen eine etwas allzu große Selbständigkeit und Einsicht zumutheten, das war eine andere Frage, deren Beantwortung durch neue Experimente zu versuchen wohl der Mühe werth schien. Ich kam desshalb mit Freuden der Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geheimrath Weismann, nach, genauer zu kontrolliren, ob die Thatsachen sich wirklich so verhalten wie Nussbaum beobachtet zu haben glaubte.

Schon früher, als ich noch in Tokyo studirte, hatte ich dort allerlei Versuche mit Hydra gemacht, und auch der Umkehrungsversuch war mir öfters gelungen. Ich nahm nun diese Versuche von Neuem auf und habe in der nachfolgenden Arbeit die Resultate zusammengestellt, zu welchen ich gekommen bin. Mit den Umstülpungsversuchen hing noch eine andere ebenfalls interessante Frage zusammen, nämlich die der histologischen Ursache der Regeneration. Schon Rösel[1] giebt in seinen Insektenbüchern an, dass ein Theilstück von einem Hydratentakel zu einem vollständigen Thier sich regeneriren könne. Engelmann[2] wiederholte die Versuche und bestätigte sie. W. Marshall[3] stimmt mit diesen beiden Forschern überein, und fügte hinzu, dass ein abgeschnittenes Tentakelstück sehr bald oder fast unmittelbar nach dem Schnitte eine gestreckte ovale Gestalt einnimmt, und sich festsetzt »mit dem Pole, der der Schnittfläche entspricht; neue Tentakel und ein Mund bilden sich an der Spitze des ehemaligen Tentakels«. Nussbaum[4] indessen widersprach dem in so fern, als er zu dem Resultate kam, dass an allen solchen abgeschnittenen Tentakelstückchen, die thatsächlich zu einem vollständigen Thier sich herstellen, der Mundrand des Thieres noch vorhanden gewesen sei. Diejenigen Tentakelstücke dagegen, die kein Stückchen von Mundrand mehr besitzen, gehen nach ihm stets zu Grunde. Er glaubt daher, die Tentakelstückchen, die von Rösel sowie von Engelmann untersucht worden sind, seien alle noch mit Resten des

---

[1] Insektenbelustigung. III. p. 495.

[2] Über Trembley's Umkehrungsversuche an Hydra. Zool. Anzeiger 1878. Nr. 4. p. 77.

[3] Über einige Lebenserscheinungen der Süßwasserpolypen und über eine neue Form von Hydra viridis. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 686—687.

[4] l. c. p. 328—337.

Mundrandes versehen gewesen. Der Gedanke, welcher dieser Behauptung zu Grunde liegt, ist ein rein theoretischer; er nimmt nämlich an, dass die Regeneration eines Hydrakörpers von den sogenannten »Intermedialzellen« ausgehe, diejenigen Zellen, die seiner Auffassung nach einen indifferenten Charakter haben, das heißt also wohl: aus denen noch Alles werden kann. Nur diese Zellen können nach ihm die übrigen fehlenden Gewebstheile eines Hydrakörpers wieder erzeugen, sowohl Ektoderm und Entoderm, als auch die Geschlechtszellen. Da aber nun in den Tentakeln die Intermedialzellen vollständig fehlen, so leitet **Nussbaum** daraus die Unmöglichkeit einer vollständigen Regeneration des Thieres vom Tentakel her ab. Die Regenerationsunfähigkeit eines abgeschnittenen Tentakelstückchens kann nun auch ich nach meinen Erfahrungen bestätigen, möchte sie aber in anderer Weise erklären wie **Nussbaum**. Ob nun die Intermedialzellen im Stande sind alle anderen fehlenden Gewebszellen zu erzeugen, ist eine principiell wichtige Frage, von welcher die Lehre von der Kontinuität des Keimplasmas nahe berührt wird. Die diesbezüglichen Ansichten von **Nussbaum** stützen sich nun nicht etwa auf positive Nachweise, sondern nur auf die Hypothese, dass die Intermedialzellen indifferenter Natur seien. Ich habe versucht mir durch vielfache Beobachtungen und Versuche auch über diesen schwierigen Punkt Aufklärung zu verschaffen und werde die gefundenen Resultate an die vorigen anreihen.

Es ist mir ein herzliches Bedürfnis an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath **Weismann**, meinen innigen Dank auszusprechen für die Freundlichkeit und das rege Interesse, das er mir und meinen Arbeiten stets entgegenbrachte. Eben so bin ich den Herren Professor Dr. **Gruber** und Dr. **Ziegler** zu großem Dank verpflichtet, und sage ich meinem Freund Herrn R. **Ritter** besten Dank dafür, dass er vorliegende Arbeit durchsah und korrigirte.

Einleitung.

Im Anfange des November 1882 fand ich in einem kleinen steinernen Wasserbehälter des staatlichen Parkes zu Uyeno (Tokyo) eine ungeheure Menge von Hydren. Dieser Behälter war 1 m lang, $^1/_2$ m breit und 15 cm tief und war ganz gefüllt mit abgefallenen Blättern. Auf den letzteren saßen die Hydren in so großen Mengen, dass ich auf einem Kirschblatt nicht weniger als 40 Individuen zählen konnte. Dieser Umstand veranlasste mich, die Umstülpungsversuche **Trembley's** zu wiederholen, und so machte ich im Laufe der Monate December und Januar viele Experimente mit den Thieren. Leider waren meine Versuche damals nicht vollständig, da ich die untersuchten Thiere nicht kontinuirlich beobachtete. Diese kontinuirlichen Beobachtungen aber sind, wie ich jetzt erfuhr, bei derartigen Experimenten unbedingt erforderlich, da, wie man gleich sehen wird, die Thiere im Laufe weniger Stunden, ja sogar während einiger Minuten mehrere Male ihre Gestalt ändern können. Beobachtet man daher ein solches Thier nicht ununterbrochen, so kommt man sehr oft zu ganz falschen Schlüssen. So blieben viele Versuche, die ich damals in Japan vornahm, unklar, und ich war damals geneigt Trembley's Auffassung zu theilen, wonach nach der Umstülpung die beiden Zellschichten des Körpers (Ektoderm und Entoderm) mit der Lage auch ihre Funktion dauernd verändern würden. Obgleich ich auch viele Schnitte anfertigte, kam ich leider doch zu keinem befriedigenden Schluss. Im November 1883 wiederholte ich die Umstülpungsversuche, war aber auch nicht glücklicher, denn fast alle Thiere gingen dabei zu Grunde. Ende Oktober des vorigen Jahres nahm ich nun hier in Freiburg meine damaligen Arbeiten wieder auf. Um diese Zeit fand sich eine große Menge von Hydren in einem der Aquarien des Instituts, welche ich nun zu neuen Versuchen benutzte. Zur Umstülpung der Hydren wandte ich folgende Methode an. Ich nahm eine große Hydra und isolirte sie in einem mit Wasser gefüllten Uhrgläschen. Hierauf klebte ich das Thier mit seinem hinteren Ende an die abgerundete Spitze eines schmalen Glasstäbchens fest, worauf ich den vorderen Theil mit den Tentakeln zwischen die Gabel einer gespaltenen Nadel brachte (siehe Fig. I). So konnte ich dann mit Leichtigkeit das Thier umstülpen. Zum Schluss wurde dann eine Borste durch das Thier gesteckt, welche das Zurückstülpen in die ursprüngliche Lage verhinderte. Die Operation gelingt sehr leicht, und nach einiger Übung kann man eine Hydra in fünf bis sechs Minuten umstülpen. Dabei ist es nöthig ein Thier zu wählen, dessen Magen keine Daphniaschalen enthält, da die scharfen Kanten derselben die zarten Entodermzellen leicht zerreißen.

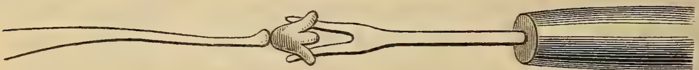


Fig. I.

Für diese Untersuchungen benutzte ich Hydra fusca; welche Art ich in Japan vor mir gehabt, bin ich heute nicht im Stande anzugeben.

Zunächst lasse ich die Beschreibung der wichtigsten von mir angestellten Versuche folgen:

I. Versuche.

1. Versuche über Umstülpung.

Versuch Nr. 1 (Fig. 1, 2, 3). 29. November 1882.

Eine Hydra wurde um 9 Uhr Vormittags umgestülpt. Bei dem Versuche wurde aber unbeabsichtigterweise das hintere Ende des Körpers mit der Spitze des Glasstäbchens durchgerissen. Das Thier zog nun seine Tentakel in die durch die Umstülpung geschaffene Höhle hinein. Am anderen Tage früh um 8 Uhr hatte es aber bereits seinen ganzen Körper aus dem künstlichen Loch hinausgestreckt, und nur die Enden zweier Tentakel blieben zurück. Um 12 Uhr desselben Tages endlich stülpte das Thier sich ganz um, und brachte sich so in seine ursprüngliche und normale Lage zurück. Nur die Spitze eines Tentakels blieb an dem hinteren Ende des Thieres zurück. Nach einiger Zeit war auch das Loch vollständig wieder zugeheilt.

Versuch Nr. 2. 20. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 5 Uhr 30 Min. Nachmittags umgestülpt. Nach einer halben Stunde klebte das Thier sein hinteres Ende auf dem Boden des Uhrgläschens fest, dann streckte es seine Tentakel aus und heftete die Spitzen derselben ebenfalls am Boden des Gläschens fest. Nach einigen Minuten wurden seine Tentakel immer dicker, und das vordere Ende kehrte sich allmählich um, bis zuletzt der ganze Körper wieder umgestülpt war. Am nächsten Tage war das Thier ganz munter und fraß eine Daphnia.

Versuch Nr. 4. 18. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 5 Uhr Nachmittags umgestülpt, allein das Entoderm wurde dabei stark verletzt und ein großer Theil desselben weggerissen. Am nächsten Tage war das Thier gestorben.

Versuch Nr. 8 (Fig. 4—13). 20. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 6 Uhr Nachmittags umgestülpt und mit zwei Borsten derart durchbohrt, dass die eine sich gerade unter dem Tentakelkranz, und die andere in der hinteren Hälfte des Körpers befand; sodann wurde das Thier quer in der Mitte zwischen den zwei Borsten durchgeschnitten. Ich will den vorderen Theil als Nr. 8a, und den hinteren als Nr. 8b bezeichnen.

Nr. 8a. Nach 15 Minuten sind zwei Tentakel aus dem abgeschnittenen Ende herausgetreten (Fig. 5). Um 6 Uhr 30 Min. begann das abgeschnittene Ende sich nach außen gegen die Borste hin umzukrümmen. Um 6 Uhr 45 Min. war diese Umkrümmung ganz vollendet, und das Thier hatte nun die Gestalt eines kontinuirlichen Ringes angenommen, bei welchem das Ektoderm wieder außen lag, und zwar war das abgeschnittene Ende mit dem Mundrande zusammengewachsen (Fig. 6). Der eine von den zwei Tentakeln, der aus dem abgeschnittenen Ende herausgestreckt worden war, hatte sich wieder in seine ursprüngliche Lage zurückgezogen; am nächsten Morgen um 11 Uhr hatte sich das Thier an der einen Seite von der Borste losgerissen. Am 22. um 10 Uhr war das Thier am hinteren Ende zusammengewachsen und hatte nun die Gestalt einer ganz niedrigen Tasse angenommen, sechs Tentakel stehen rings um den Mund, die Borste steckte noch an einer Seite.

Nr. 8b. Um 6 Uhr 45 Min. hatte sich das abgeschnittene Ende nach außen und hinten gebogen (Fig. 10). Um 8 Uhr hatte das Thier sich von der Borste theilweise befreit, und das ganze Stück hatte eine dreieckige Gestalt angenommen (Fig. 11); später bildete es zwei Vorderenden aus. Am nächsten Tage war der Riss wieder geschlossen, das Thier streckte und verkürzte sich ganz normal, während das eine der Vorderenden noch an der Borste steckte. Am 22. um 10 Uhr war das Thier lang gestreckt, und von der Borste ganz befreit. Abends um 4 Uhr 30 Min. hatten die zwei vorderen Enden Tentakel bekommen.

Versuch Nr. 11. 22. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 11 Uhr Vormittags umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. An einer Stelle nahe dem hinteren Ende des Körpers war das umgestülpte Entoderm etwas weggerissen. Um 11 Uhr 30 Min. hat sich das Thier am vorderen Ende etwas nach außen und hinten umgebogen. An der Stelle, wo das Entoderm weggerissen war, hatte sich das Ektoderm etwas vorgewölbt. Um 12 Uhr sah man den oberen Theil noch mehr nach hinten umgebogen. Ein Stück des Ektoderms war auch an einer Seite durch die Stichöffnung hervorgepresst worden. Um 5 Uhr Nachmittags war das Thier so sehr umgestaltet, dass man sich nicht mehr orientiren konnte, aber das Ektoderm lag außen und das Entoderm innen.

Versuch Nr. 12. 22. Oktober 1888.

Ein ziemlich großes Exemplar, das ganz mit Daphnienschalen gefüllt war, wurde um 12 Uhr umgestülpt. Der obere Theil des Körpers wurde bei der Umstülpung durch die Daphnienschalen zerrissen. Nach 20 Minuten war der Riss schon zusammengewachsen. Um 1 Uhr sah man den vorderen Rand des Körpers nach außen und hinten zu bis zu der Borste umgebogen. Aus den beiden Stichöffnungen quoll das Ektoderm hervor. Am nächsten Tage war das Thier ganz zerfallen.

Versuch Nr. 13. 23. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 11 Uhr 40 Min. umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Das Thier saß vor der Umstülpung an Spirogyrafäden. Diese Fäden wurden in das Thier hineingezogen, so dass sie nach der Operation im Inneren des Körpers lagen. Gleich nach der Operation suchte das Thier seine normale Lage wieder zu gewinnen, und zwar geschah es in der Weise, dass es sein hinteres Ende in die durch die Umstülpung geschaffene Leibeshöhle einstülpte, und über der Borste herauskam. Nachdem so das Thier diese Lage eingenommen hatte, blieb die Borste noch zwei Tage in dem Körper stecken; während das Thier munter weiter lebte.

Versuch Nr. 14. 23. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 5 Uhr Nachmittags umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Um 8 Uhr am nächsten Tage hatte das Thier seine Gestalt vollständig verändert. Das Ektoderm stülpte sich ganz unregelmäßig an verschiedenen Stellen aus dem Körper hervor.

Versuch Nr. 15 (Fig. 14—18). 24. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde wie Nr. 13 mit den Spirogyrafäden zusammen um 10 Uhr Vormittags umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Das Thier suchte sofort mit dem vorderen und hinteren Ende zugleich in die vorige Lage zurückzukehren. Das vordere Ende stülpte sich nach außen und hinten um, und riss an zwei Stellen über der Borste durch, während das hintere Ende sich in die Leibeshöhle einstülpte wie bei Versuch Nr. 12. In Fig. 16 sieht man schon die Spirogyrafäden aus dem Mund herausragen. Diese Vorgänge währten bis gegen 3 Uhr, wo das Thier sich wieder in seiner normalen Lage befand (Fig. 18).

Versuch Nr. 16 (Fig. 19—20). 24. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 11 Uhr 30 Min. umgestülpt und von vorn nach hinten ein Glasröhrchen durchgesteckt, das so dick war, dass es die Leibeshöhle gerade ausfüllte, danach wurde das Thier auf einem kleinen Korkstücke befestigt. Das Glasröhrchen war nicht genau durch das hintere Ende gegangen, wie auf Fig. 19*a* zu sehen ist. Am nächsten Morgen früh um 8 Uhr zeigte das Thier die Gestalt, wie in Fig. 20 dargestellt ist. Man sieht hier, dass das Thier scheinbar im Ganzen seine Gestalt nicht wesentlich verändert hat; zu meinem großen Erstaunen aber lag das Ektoderm außen und das Entoderm innen. Der Fall scheint sich im ersten Augenblick nicht anders deuten zu lassen als in der von NUSSBAUM beschriebenen Weise, dass nämlich ein Herumkriechen des Ektoderms über das Entoderm stattgefunden hat, da die Umwandlung der zwei Schichten im Sinne TREMBLEY's ganz ausgeschlossen ist. Ich wiederholte aber diesen Versuch noch einmal und fand, dass die Sache sich doch anders verhält, wie Versuch Nr. 17 beweisen wird.

Versuch Nr. 17 (Fig. 21—25). 24. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 12 Uhr eben so behandelt wie die vorhergehende, auch hier war das Glasröhrchen nicht genau durch das Hinterende gegangen. Das Thier bemühte sich sofort wieder zurückzukehren, und zwar von beiden Enden aus. Am vorderen Ende stülpte es sich nach außen und hinten zu um, das hintere Ende aber stülpte sich in die künstlich geschaffene Leibeshöhle hinein, wie man in Fig. 22, 23 u. 24 sieht. Um 4 Uhr 30 Min. Nachmittags war die Umstülpung so weit fortgeschritten, dass die Lücke im Ektoderm fast vollständig geschlossen wurde, wie Fig. 25 zeigt. Um 6 Uhr konservirte ich das Thier. Es wurde nachher von dem Glasröhrchen weggenommen, bei welcher Operation der ganze untere Theil des Thieres mit dem Glasröhrchen weggerissen wurde. Der obere Theil dagegen wurde in Längsschnitte zerlegt, und die Schnittserien zeigen die Verhältnisse noch klarer (Fig. 68).

Versuch Nr. 19 (Fig. 26—30). 25. Oktober 1888.

Eine Hydra mit einer kleinen Knospe wurde um 10 Uhr 30 Min. Vormittags gerade über der Knospe quer durchschnitten. Der obere Theil wurde umgestülpt, hierauf ein Glasröhrchen durch den Körper gesteckt, und das Thier auf einem Korkstücke senkrecht befestigt. Um 11 Uhr 30 Min. fing das obere Ende des Körpers an sich nach außen zu umzustülpen (Fig. 27). Etwas später begann das untere Ende sich ein wenig nach außen und oben zu umzustülpen (Fig. 28). Nach kurzer Zeit jedoch zerfiel dasselbe, während das obere Ende sich immer mehr und mehr nach unten schob. Um 1 Uhr war das Ektoderm wieder ganz über das Entoderm herübergeschoben (Fig. 29). Das Thier lebte in diesem Zustand bis zum 27., aber regenerirte nicht vollständig. Am 28. wurde es vom Glasröhrchen entfernt.

An diese Experimente reihe ich eine Anzahl andere an, die ich früher in Japan gemacht habe.

Versuch Nr. 20. 27. November 1883.

Eine Hydra wurde um 11 Uhr Vormittags umgestülpt. Um 8 Uhr am 28. hatte sich das Thier zum großen Theil wieder zurückgestülpt. Das hintere Ende blieb in der Lage und ging zu Grunde, während das vordere Ende weiter lebte.

Versuch Nr. 21. 1. December 1883.

Eine Hydra wurde um 8 Uhr Vormittags umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Am nächsten Tage um 8 Uhr wurde das Thier beobachtet, es fand sich zum großen Theil zerfallen, und nur der Tentakelkranz blieb lebendig.

Der vorige Versuch wurde noch mehrere Male wiederholt und hatte immer denselben Erfolg.

2. Versuche über Orientirung.

Versuch Nr. 51. 26. Oktober 1888.

Der Körper einer Hydra wurde um 12 Uhr Mittags zweimal quer durchschnitten, an dem vorderen Ende gerade unter dem Tentakelkranz und an dem hinteren Ende ganz nahe dem Fuß, worauf, wie oben beschrieben, ein Glasröhrchen durchgesteckt wurde. Das Röhrchen stak so, dass man sehr leicht die vordere und die hintere Seite des Thieres erkennen konnte. Um 3 Uhr Nachmittags war das Thier sehr langgestreckt. Am hinteren Ende war es durch das Glasröhrchen verletzt worden, aber die entstandenen Risse heilten gleich wieder zu. Schon am nächsten Tage entwickelten sich drei Tentakel an dem vorderen Ende. Am 29. um 3 Uhr 30 Min. fanden sich zwei Mundöffnungen am vorderen Theile je mit fünf Tentakeln an beiden Seiten des Glasröhrchens, welches jetzt weggenommen wurde. Die zwei Mundöffnungen waren natürlich nur scheinbare, und in der That war nur ein Mund vorhanden, welcher durch das Glasröhrchen in zwei getheilt worden war. Nach Befreiung der Hydra von dem Röhrchen fing der Mund an sich in zwei Theile abzuschnüren, und am 1. November waren schon zwei vollständige Mundöffnungen vorhanden, welche je sechs Tentakel umstanden.

Versuch Nr. 52. 26. Oktober 1888.

Eine große Hydra mit einer ganz jungen Knospe wurde um 1 Uhr Nachmittags zweimal quer durchschnitten am vorderen Ende gerade unter den Tentakeln und am hinteren Ende unter der Stelle, wo die Knospe hervorwuchs, worauf der vordere Theil mit einer Borste durchbohrt wurde. Um 3 Uhr Nachmittags hatte sich das Thier etwas zusammengezogen. Am 27. um 8 Uhr 30 Min. Vormittags zeigten sich die beiden abgeschnittenen Enden vollständig geschlossen, und um 3 Uhr 30 Min. Nachmittags desselben Tages wurden an dem vorderen Ende des Stummels vier Tentakel beobachtet, während an dem anderen Ende die Drüsenzellen schon entwickelt waren.

Versuch Nr. 53. 28. November 1888.

Eine Hydra wurde um 4 Uhr Nachmittags zweimal quer durchschnitten und mit einer Borste am vorderen Ende des Körpers durchbohrt. Am 4. December hat das Thier zwei kleine Tentakel an dem vorderen Ende entwickelt, und am anderen Ende zeigten sich schon die Drüsenzellen.

Versuch Nr. 54 und 55. 28. November 1888.

Zwei Hydren wurden zweimal quer durchschnitten und die Borste diesmal an den hinteren Enden durchgesteckt. Nach vier Tagen hatten sie beide schon an den Vorderenden Tentakel entwickelt.

Versuch Nr. 56. 16. November 1888.

Eine große Hydra mit einer Knospe wurde um 10 Uhr Vormittags der Quere nach an zwei Stellen zerschnitten, einmal unter dem Tentakelkranz, und das andere Mal nahe dem hinteren Ende. Eben so wurde die Knospe weggeschnitten. Der mittlere Theil des Körpers wurde nun der Länge nach mit einer Nadel aufgeschlitzt und ausgebreitet, so dass das Entoderm nach oben lag, hierauf wurde am vorderen Ende eine Borste durchgesteckt, welche das Zusammenziehen des Thieres verhinderte. Gleich nach der Operation fing es an sich zusammenzurollen, und zwar mit dem Entoderm nach innen. Um 10 Uhr des nächsten Tages, also nach 24 Stunden, hat das Thier eine dreieckige Gestalt angenommen, während die Borste noch an der gleichen Stelle stak. Am 19. 1 Uhr Nachmittags hatte das Thier zwei große und zwei kleine Tentakel am vorderen Ende ausgebildet, während es sich an der einen Seite von der Borste befreit hatte.

Versuch Nr. 58. 16. November 1888.

Eine Hydra wurde gerade so behandelt wie die vorhergehende, aber mit nur einer Borste am hinteren Ende des Körpers durchbohrt. Am nächsten Tage bemerkte man am vorderen Ende des Thieres zwei Tentakel, und die Borste stak noch immer am hinteren Ende. Außerdem kommt hier Versuch Nr. 80 in Betracht (s. u.).

3. Versuche über Regeneration.

Versuch Nr. 59. 25. Oktober 1888.

Am 25. Oktober schnitt ich einer Hydra den Kopf direkt unter dem Tentakelkranz ab. Der Rest des Thieres wurde der Länge nach gespalten und auf einem Korkstückchen unter Wasser ausgebreitet, und zwar so, dass das Entoderm nach oben lag. Hierauf wurde das Korkstückchen mit dem Thier sorgsam aus dem Wasser aufgenommen und einige Augenblicke über 2⁰/₀ige Osmiumsäure gehalten, um womöglich das Entoderm zu zerstören, worauf es dann gleich mit fließendem Wasser abgewaschen wurde. Um 4 Uhr wurde das Thier untersucht. Es fand sich zu einer kugeligen Masse zusammengerollt, und zwar mit dem Entoderm nach innen und dem Ektoderm nach außen. Am 27. Oktober um 8 Uhr 30 Min. Vormittags, also etwas weniger als zwei Tage später, hatte das Thier eine cylindrische Gestalt angenommen und sich an einem Ende fest auf dem Boden des Uhrglases angeklebt. Um 3 Uhr 30 Min. wurden vier Tentakel an einem Ende beobachtet, und um 6 Uhr waren schon sechs Tentakel erschienen. Am nächsten Tage fraß es eine Daphnia.

Versuch Nr. 60. 25. Oktober 1888.

Der vorige Versuch wurde am 25. um 4 Uhr Nachmittags wiederholt, und zwar wurde das Thier jetzt etwas länger, nämlich 1 Minute über die Osmiumsäure gehalten, schnell mit fließendem Wasser abgewaschen, und unter dem Mikroskop beobachtet. Das Thier war noch sehr lebendig. Es wurde jetzt über koncentrirte Essigsäure gehalten, und dann das vordere Ende des Körpers mit den Tentakeln weggeschnitten. Jetzt schien das Entoderm ganz zu Grunde gegangen zu sein, das Ektoderm dagegen blieb noch lebendig; es zeigte bei Reizung schwache Kontraktionen. Das Thier wurde um 5 Uhr wieder untersucht. Es nahm schon eine kugelige Gestalt an mit dem Ektoderm nach außen und dem Entoderm nach innen. Am nächsten Tage ging es zu Grunde.

Versuch Nr. 61. 26. Oktober 1888.

Eine große Hydra wurde um 10 Uhr 10 Min. Vormittags wie vorher behandelt, aber ungefähr 20 Sekunden über Dämpfe von koncentrirter Essigsäure gehalten. Gleich nach der Operation wurde das Thier mit fließendem Wasser abgewaschen. Das Entoderm war vollständig zerstört. Das Ektoderm zog sich zuerst sehr stark zusammen, aber es dehnte sich wieder aus, und der ganze Körper rollte sich zusammen und nahm eine ovale Gestalt an, mit dem Ektoderm nach außen und dem Entoderm nach innen. Um 12 Uhr wurde es untersucht. Es fand sich sehr lang gestreckt und reagirte sehr stark auf Reize. Um 4 Uhr war es noch lebendig, aber um 5 Uhr war es offenbar todt. Am nächsten Tage um 8 Uhr 30 Min. war es in kleine Stückchen zerfallen.

Versuch Nr. 62. 26. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde gerade so behandelt wie in den vorigen Versuchen, aber das ganze Entoderm wurde jetzt mit einem feinen japanischen Pinsel weggenommen. Gleich nach der Operation rollte sich das Thier zu einer kugeligen Masse zusammen, mit der Stützlamelle nach innen. Um 1 Uhr dehnte es sich wieder aus. Am 27. um 8 Uhr 30 Min. Vormittags war es wieder ganz zusammengerollt. Um 12 Uhr war es schon zur Hälfte, und um 3 Uhr 30 Min. ganz zerfallen.

Versuch Nr. 63. 27. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde eben so behandelt; das Entoderm um 9 Uhr 30 Min. Vormittags ganz weggenommen. Das Thier rollte sich zusammen wie gewöhnlich. Es lebte ganz munter bis 5 Uhr 30 Min., reagirte auf Reize mit Nadeln. Am nächsten Morgen reagirte es nicht mehr, und um 10 Uhr fing es an zu zerfallen. Der Versuch wurde noch öfters wiederholt und ergab immer das gleiche Resultat, nur war die Dauer des Lebens verschieden und schwankte in dem Zwischenraume von einigen Stunden bis zu fünf Tagen.

Versuch Nr. 64. 26. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde auf dieselbe Weise behandelt wie die in Nr. 62, aber ein Theil des Entoderms unzerstört gelassen. Während der Operation fing das Thier an sich zusammenzurollen. Interessant war es nun hier, dass das Thier sich erst in der Weise zusammenrollte, dass das vordere Ende sich dem hinteren Ende zuneigte, und sich nicht linke und rechte Seite einander näherten, wie gewöhnlich. Um 12 Uhr fing es aber an sich wieder auszudehnen, und nun rollte es sich doch wieder seitlich zusammen. Es lebte in diesem Zustande ganz munter, und am 30. um 10 Uhr wurden zwei Tentakel an einem Ende des Körpers gesehen. Nach zwei Tagen wuchsen noch zwei Tentakel. Das Thier lebte ganz munter bis zum 30. November und hatte sein Entoderm regenerirt.

Versuch Nr. 76 (Fig. 31—40). 26. Oktober 1888.

Ein auf die vorige Weise aus einer Hydra herausgeschnittenes Stück wurde um 11 Uhr 30 Min. der Länge nach mit der Spitze einer

Nadel geschlitzt und auf einem in Wasser getauchten Korkstücke mit dem Entoderm nach außen ausgespannt. Das Korkstück wurde dann aus dem Wasser aufgehoben und für fünf Minuten der Luft ausgesetzt, um womöglich das Entoderm zu zerstören, dann wurde es wieder ins Wasser gebracht und mit einem japanischen Pinsel von dem Korkstücke befreit. Das Ektoderm zog sich nun stark zusammen und das Thier nahm eine walzenförmige Gestalt an, und zwar lag das Entoderm nach außen und das Ektoderm nach innen (Fig. 32). Gleich nachher dehnte sich das Ektoderm aber wieder aus, und nun rollte sich das Thier allmählich in der Weise zusammen, dass das Entoderm nach innen zu liegen kam (Fig. 34). Das Entoderm hatte nicht gelitten. Dabei war es sehr interessant hier zu beobachten, dass an einer Stelle die freien Ränder am Zusammenwachsen gehindert wurden, weil ein Algenfaden sich zwischen beide geschoben hatte (Fig. 34). Der betreffende Lappen bewegte sich wieder zurück, wie man in Fig. 35 sieht, um sich hierauf dem anderen Rande wieder zu nähern (Fig. 36). Jetzt aber lag der Algenfaden etwas weiter von der Stelle weg, und die zwei Ränder wuchsen fest zusammen. Nach zwei Tagen hatte sich das Thier etwas in die Länge gestreckt und war an einem Ende fest auf dem Boden des Uhrglases angeklebt. Am anderen freien Ende, welches ganz zugespitzt war, bildete sich ein kurzer Tentakel (Fig. 37, 38 und 39). Der Mund fehlte noch. Am 2. November wurde es mit vier Tentakeln gefunden, und der Mund war jetzt gebildet. Es blieb sehr lebendig und am 10. November wurde es in das große Aquarium gebracht.

Versuch Nr. 78 (Fig. 50—52). 24. Oktober 1888.

Eine Hydra wurde um 9 Uhr 30 Min. Vormittags auf dieselbe Weise behandelt und aufgespannt, und zwar war das Entoderm nach oben gerichtet. Das ausgebreitete Thier wurde dann mit zwei Borsten kreuzweise durchbohrt (Fig. 50) und so im Wasser gelassen. Die beiden abgeschnittenen Seiten näherten sich allmählich (Fig. 51), bis das Thier sich von den Borsten an den beiden hinteren Ecken befreit hatte, worauf es seine normale Gestalt wieder annahm. An dem oberen Ende aber blieben die Borsten noch stecken (Fig. 52). Am nächsten Tage um 4 Uhr Nachmittags wurden die Borsten weggenommen und das wieder ganz normale Thier in das große Aquarium gebracht.

4. Versuche, zwei Thiere dauernd mit einander zu vereinigen.

Versuch Nr. 79 (Fig. 60 und 61). 23. December 1882.

Eine Hydra wurde um 3 Uhr Nachmittags umgestülpt und in ein anderes Thier durch den Mund hineingesteckt, so dass das Entoderm der beiden Thiere sich berührte, worauf eine Borste durch die beiden Thiere gesteckt wurde. Am 4. Januar 1883 wurden die Hydren wieder beobachtet und es fand sich, dass sie beide vollständig zu einem zweiköpfigen Thiere zusammengewachsen waren (Fig. 61).

Versuch Nr. 80 (Fig. 62). 5. November 1888.

Eine Hydra wurde um 12 Uhr 30 Min. umgestülpt und in die Leibeshöhle eines anderen Thieres hineingesteckt, worauf die beiden Polypen mit zwei Borsten kreuzweise durchbohrt wurden. Das innere Thier hatte das hintere Ende seines Körpers aus dem Risse neben der Borste herausgestreckt. Am nächsten Tage ging dieser Theil zu Grunde, Am vorderen Ende hatte das innen gelegene Thier seinen Mundrand nach außen und unten zu umgestülpt, worauf die freien Enden der Mundränder der beiden Thiere zusammenwuchsen; aber das durch die Umstülpung gebildete Loch zwischen den Tentakeln war von den Seiten her zusammengewachsen und verschwunden. An beiden Seiten des Kopfendes, und zwar an der Stelle, wo die freien Ränder der beiden Thiere zusammengewachsen waren, bildeten sich zwei Mundöffnungen und einige neue Tentakel[1].

Versuch Nr. 81 (Fig. 63—65). 2. December 1882.

Eine kleine Hydra wurde in der normalen Lage durch die Mundöffnung in die Leibeshöhle eines großen Thieres hineingesteckt; hierauf wurden die beiden Thiere mit einer Schweinsborste durchbohrt. Am 9. December kroch das innere Thier aus dem Mund des anderen heraus, aber ein kleiner Theil des inneren Thieres wuchs mit dem Mundrande des äußeren zusammen, und so bildete sich eine schmale Brücke zwischen beiden. Diese Brücke umfasste einen Hohlraum und bestand aus Ekto- und Entodermschichten.

Versuch Nr. 82 (Fig. 66). 5. November 1888.

Zwei Hydren wurden um 1 Uhr 15 Min. Nachmittags dicht an einander gelegt und mit zwei Borsten kreuzweise so durchbohrt, dass sie an den zwei Stellen, wo die Borsten durch die beiden Thiere gingen, sich eng berührten. Erwähnt sei, dass der Körper der beiden Polypen an den betreffenden Stellen durch die hindurchgehenden Borsten zerrissen war. Am 6 November früh 8 Uhr waren die beiden Thiere schon fast zusammengewachsen, jedoch ergab eine genauere Untersuchung, dass sich nur die beiden Ektodermschichten vereinigt hatten, während das Entoderm der beiden Thiere getrennt blieb. Am 9. wurden die Borsten weggenommen, ohne dass die Thiere ihre Stellung änderten. Sie lebten munter weiter und fraßen viele Daphniden, bis sie am 18. durch eine zufällige Erschütterung des Uhrgläschens, worin sie lebten, gewaltsam getrennt wurden.

---

[1] Aus dieser Thatsache, dass die Mundöffnungen sich gerade hier bilden und nicht etwa am vorderen Ende, ersieht man, dass der Hydrakörper genau orientirt sein muss, so dass die Mundöffnungen sich immer wieder an der ursprünglichen Stelle bilden.

Versuch Nr. 83 (Fig. 67). 7. November 1888.

Auf die gleiche Weise wurden drei Hydren mit zwei Borsten durchbohrt und so an einander befestigt. Am nächsten Tage hatte sich ein Thier eine Strecke weit von den anderen beiden entfernt. Die letzteren dagegen wuchsen an den beiden durchbohrten Stellen zusammen, und vorn bildete sich eine aus Ento- und Ektoderm bestehende Brücke, deren Hohlraum die Leibeshöhle der beiden Polypen in Verbindung brachte. Am 9. wurden die Borsten weggenommen und die Thiere lebten munter weiter bis zum 20. November, wo sie durch Verdunstung des Wassers zu Grunde gingen.

II. Ergebnisse aus den Versuchen.

Ich werde jetzt versuchen die Resultate darzustellen, welche sich aus meinen Experimenten ergeben und dieselben denjenigen gegenüberzustellen, zu welchen frühere Forscher auf demselben Gebiete gelangt sind.

Ich habe im Ganzen 50 Individuen umgestülpt. Vier wurden weder mit Borsten noch mit Glasstäbchen behandelt; zwei derselben, nämlich Nr. 1 und 2, sind gleich nach der Operation in ihre normale Lage zurückgekehrt; ein anderes, Nr. 4, wurde sehr stark zerrissen und ist zu Grunde gegangen, während das vierte, Nr. 12, zum großen Theil zerfiel. Interessant ist die Hydra Nr. 1, bei welcher die Heilung am hinteren Ende so schnell vor sich ging, dass die Spitze von einem Tentakel nicht mehr Zeit hatte sich aus dem einwachsenden Körperende herauszuziehen (Fig. 3). Von den 46 anderen Individuen gingen 20 zu Grunde, 18 nämlich sind bis zum Tentakelkranze, und nur zwei wirklich ganz zerfallen. Die anderen 26 Thiere sind in dieser oder jener Weise wieder zur normalen Lage zurückgekehrt. Alle diese Beobachtungen stimmen vollständig mit denjenigen früherer Beobachter außer mit denen von Trembley und Nussbaum. Es ist leicht einzusehen, dass in der Zeit, wo Trembley seine Versuche anstellte, der Mangel an geeigneten Versuchsmitteln ihm große Schwierigkeiten bereitete, kontinuirlich zu beobachten, und dass er so zu irrigen Schlüssen geführt wurde. Das Zurückkehren der umgestülpten Hydren in die normale Lage geschieht zuweilen so rasch, dass man sich leicht irren kann, falls man nicht kontinuirlich beobachtet. Daher kam es auch, dass ich nach meinen Beobachtungen in Tokyo die Ansicht Trembley's für richtig hielt, während ich jetzt mit Bestimmtheit den Nachweis liefern kann, dass dies nicht der Fall ist. Die Thiere, die ich umgestülpt und mit Borsten durchbohrt habe, befanden sich schon nach einigen Stunden wieder in normaler Lage, und dabei steckten die Borsten noch immer an derselben Stelle. Die operirten Thiere stülpen sich nämlich überall da wieder zurück, wo es für sie überhaupt möglich ist, und wenn sie am Zurückstülpen erfolgreich gehindert werden, so zerfallen sie und gehen zu Grunde. Die Rückkehr der beiden Zellschichten in die normale Lage beruht nach meinen Versuchen nicht auf Wachsthumsvorgängen, nicht auf einer Rückwanderung der Ektodermzellen nach außen und Entodermzellen nach innen, sondern ist gewissermaßen als ein Zurückschnappen der Schichten in toto zu bezeichnen. Es ist Elasticität, die hier zum Ausdrucke kommt; wo dieselbe freilich ihren Sitz hat, bin ich nicht im Stande anzugeben. Ich trete damit in Widerspruch zu Nussbaum, der zwar eine Umwandlung der beiden Schichten im Sinne Trembley's auch nicht zugiebt, aber gewissermaßen eine Umlagerung derselben annehmen will. Er meint nämlich, dass die Ektodermzellen der umgestülpten Thiere über das Entoderm herauskriechen, und so ein umgekehrtes Thier seine normale Lage wiedergewinnen könne.

Alle meine Versuche stehen, wie ich schon angegeben habe, damit nicht im Einklang. Niemals habe ich solches Herauskriechen der Ektodermzellen über das Entoderm gesehen. Auch die Schnitte durch umgestülpte Hydren zeigten mir diese Verhältnisse nicht. Ich glaube aber, dass man die sorgfältig ausgeführten Beobachtungen Nussbaum's auch in meinem Sinne erklären kann, und ich darf mir vielleicht erlauben auf einige Versuche Nussbaum's[1] näher einzugehen.

»Versuch vom 25. April 1885. . . . .

»Eine Hydra grisea wird umgestülpt und auf eine Borste gespießt. Das Thier ist am folgenden Tage von der Borste abgefallen, das Ektoderm liegt außen. Am 30. April zeigt sich deutlicher als an den vorhergehenden Tagen die Spaltung der Hydra der Länge nach, so dass am 4. Mai zwei mit Tentakeln ausgestattete Polypen vorliegen, die nur in der Mitte durch eine Querbrücke verbunden sind.«

Dieser Versuch ist ohne Weiteres nicht beweisend. Die Längsspaltung der Hydra konnte entweder vor oder nach dem Zurückstülpen erfolgt sein.

---

[1] l. c. p. 340—342.

»Versuch vom 4. Mai 1885.....

Eine umgestülpte Hydra grisea wird mit einem senkrecht durch den Leib gebohrten feinen Silberdraht auf eine kleine Kautschuktafel befestigt und in Wasser versenkt. Drei Tage nach der Umstülpung ist die ganze Oberfläche wieder mit Nesselkapseln besetzt, das Fußende trägt die sekretorischen Zellen. Das Thier steckt noch auf dem Draht.«

Auch dieser Versuch ist nicht beweisend, wie man aus meinen Versuchen Nr. 15 und 16 sieht. Ein untersuchtes Thier kann scheinbar vollkommen in seiner Stellung bleiben und die beiden Schichten sind doch in ihre ursprüngliche Lage zurückgerollt.

»Versuch vom 11. Mai 1885.....

Von einer Hydra grisea wird die in Bildung begriffene Knospe abgeschnitten, darauf das Thier selbst umgestülpt und mit einem Silberstift in der Mitte des Leibes durchbohrt. Am folgenden Tage haftet der Polyp unversehrt am Stift, das Ektoderm liegt außen, eben so eine neugebildete Knospe.«

Dieser Versuch ist auf den vorigen zurückzuführen und ist also auch nicht ohne Weiteres beweisend.

»Versuch vom 3. Juni 1885.....

Eine umgewendete Hydra grisea wird an der Grenze des oberen und mittleren Drittels durch einen Silberdraht auf eine Kautschukplatte befestigt. Ein Theil des Entoderm ging bei der Operation verloren; im Übrigen ist direkt nach der Umstülpung — 12 Uhr Mittags — die Außenfläche des Polypen gefärbt. Dicht unter dem Mundringe sieht man in die Öffnungen der Tentakel. Der Polyp bewegt sich spontan und auf Reize. 3 Uhr Nachmittags liegt der Polyp ruhig da; von den Mundöffnungen und von den Tentakeln zieht sich das Ektoderm wie ein feiner weißer Schleier über das gefärbte und an den übrigen Stellen des Leibes nach außen gelagerte Entoderm hin. Die verletzte Stelle mit dem abgängigen Entoderm liegt unverändert nahe dem Fuß, von der Stichwunde durch normales Entoderm getrennt. Am 5. Juni, also nach drei Tagen, ist die Lagerung der Leibesschichten wieder die natürliche; außen liegt Ektoderm, innen Entoderm. Der Polyp streckt und verkürzt sich trotz des durchbohrenden Drahtes und macht auch mit den Armen lebhafte Bewegungen. An der Fußscheibe sind die Drüsenzellen vorhanden.«

Dieser Versuch kann eben so erklärt werden wie die vorhergehenden. Der weiße Entodermschleier, den NUSSBAUM über dem Entoderm gesehen hat, spricht scheinbar sehr für seine Ansicht vom Herauswandern der Ektodermzellen. Derselbe kann aber auch ganz gut durch Einwirkung des Wassers auf die Entodermzellen entstanden sein, in dem ein Aufquellen der letzteren hervorgerufen wurde. Ich habe sogar sehr oft an den umgestülpten Polypen gesehen, wie das Wasser in einzelne Entodermzellen eindringt. Dann quillt nach einigen Minuten nach der Operation die Spitze der Entodermzelle auf, und man erhält den von Nussbaum beschriebenen Ektodermschleier. Ist die Einwirkung des Wassers zu andauernd, so zerplatzen die Entodermzellen. Dagegen erhalten diese aufgequollenen Entodermzellen ihr normales Aussehen wieder, wenn die Einwirkung des Wassers nicht zu lange währt. Offenbar scheinen hier individuelle Verschiedenheiten mitzuspielen. Bei einigen Individuen zerfallen die Entodermzellen schon nach einigen Stunden, bei anderen aber können sie viel länger aushalten. Sehr oft habe ich viele Hydren hinter einander umgestülpt und unter offenbar gleichen Zuständen gehen einige in kürzerer Zeit zu Grunde wie die anderen. Am vorderen Ende des Körpers und aus den Stichöffnungen sehen wir manchmal unzweifelhafte Ektodermzellen über das Entoderm herausgepresst, diese sind aber nicht selbständig herausgekrochen, sondern es handelt sich auch hier nur um ein einfaches Umbiegen der beiden Schichten gegen einander.

»Versuch vom 10. Juli 1885.....

Eine Hydra grisea 10 Uhr Morgens umgestülpt. Auf Draht befestigt, ist nach zwei Stunden das Ektoderm von der Gegend der Mundöffnung und der Tentakel merklich nach abwärts über das Entoderm hingekrochen und umgiebt auch die Stichwunden, welche in Folge der Durchbohrung mit dem Draht entstanden waren. Um 6 Uhr Nachmittags deckt den Polypen an der ganzen Oberfläche ein durchsichtiges mit reifen Nesselkapseln durchsetztes Ektoderm. Die Umlagerung der Theile ist also in acht Stunden vollendet.«

Dieser Versuch kann eben so erklärt werden wie der vorhergehende.

»Versuch vom 13. Mai 1885.....

Einer umgestülpten Hydra grisea wird der Mundring mit den Tentakeln abgeschnitten und entfernt; der Rest mit feinem Silberdraht auf eine Kautschuktafel befestigt und in ein Gefäß mit Wasser gelegt. Der umgekehrte und verstümmelte Polyp dehnt sich und zieht sich zusammen, ohne den Draht verlassen zu können. Nach 20 Minuten hat sich das Ektoderm von der vorderen Wundfläche aus nach abwärts geschoben und ist von den beiderseitigen Stichöffnungen mit unregelmäßigen Grenzen als dünne Schicht hervorgekrochen. Nach drei Stunden liegt der Polyp, am Draht wie anfänglich befestigt, wie ein normaler Polypenleib da. Außen befindet sich das mit Nesselkapseln durchsetzte Ektoderm.«

Dass sich das Ektoderm von der vorderen Wundfläche nach abwärts geschoben hat, lässt sich auch in meinem Sinne erklären und ich habe ganz ähnlich verlaufende Versuche beschrieben. Was NUSSBAUM als dünne Ektodermschicht an den beiden Stichöffnungen beschreibt, sind vermuthlich die durch Wasser aufgequollenen Enden der Entodermzellen.

Das Herauskriechen der Ektodermzellen über das Entoderm will NUSSBAUM nicht nur am lebenden Thiere beobachtet haben, sondern auch an vielen Schnitten. Wenn man seine Beschreibung über diesen Punkt auf p. 344—346 liest, so scheint es, dass seine Annahme ganz unbestreitbar ist, allein seine Abbildungen sind, wie mir scheint, durchaus nicht beweisend. In seinen Fig. 106 und 107 sieht man freilich die Ektodermzellen stückweise über das Entoderm herüberragen. Dies scheint mir aber ein ganz ähnliches Bild, wie meine Schnitte Fig. 69 es darstellen, wo an beiden Seiten das Entoderm durch Umbiegung nach außen sich in doppelter Lage darstellt, und zwischen den beiden Lagen unregelmäßige freie Räume zu sehen sind, die durch Kontraktion des Thieres verursacht werden.

Wenn die NUSSBAUM'sche Angabe richtig wäre, warum kehrt sich dann eine umgestülpte Hydra sogleich wieder um, wenn sie nicht durch einen Draht daran gehindert ist und zwar durch einfaches Zurückstülpen und nicht durch Auswandern der Zellen? Und dass dies in der That der Fall ist, darüber besteht kein Zweifel. Außerdem müssten nach NUSSBAUM die Entodermzellen sich gewissermaßen umkehren, denn ihre früheren freien cilientragenden Enden werden von den herauskriechenden Ektodermzellen überdeckt, und daher müssen die bis jetzt der Stützlamelle anhaftenden Enden zu freien Enden werden, und müssen ihrerseits die Cilien tragen. Eine solche Annahme lässt sich nicht als absolut unmöglich, aber doch als sehr unwahrscheinlich bezeichnen. Eine andere Schwierigkeit wäre die, dass eine umgestülpte Hydra während des Zurückwanderns der Ektodermzellen Zellen beider Schichten durch einander gelagert aufweisen müsste, was nicht nur sehr unwahrscheinlich wäre, sondern auch durch meine Versuche über Orientirung (s. o.) widerlegt wird. Denken wir uns eine umgestülpte Hydra, deren Kopf abgeschnitten ist, der Länge nach von einem Glasröhrchen durchbohrt (Fig. III im Text) und auf einer Kautschuktafel befestigt und denken wir uns weiter, dass die Ektodermzellen derselben aus dem abgeschnittenen vorderen Ende über das Entoderm herauskröchen, wie Nussbaum annimmt, dann müssten sich die Ektodermzellen des vorderen Endes an das hintere Ende und diejenigen vom hinteren Ende an das vordere Ende lagern (Fig. 4), so, dass also jede Ektodermzelle die umgekehrte Lage einnehmen würde wie früher. Ferner müssten auf den Entodermzellen jetzt an der entgegengesetzten Seite, welche jetzt die innere geworden ist, sich neue Cilien entwickeln, während auf der ursprünglich äußeren Seite die Basalmembran entstehen müsste.

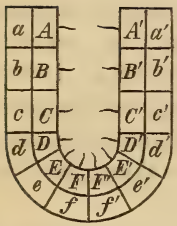


Fig. II.

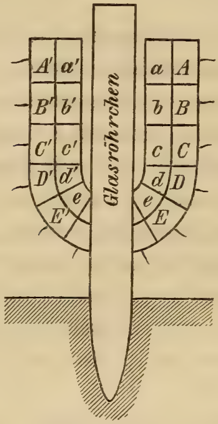


Fig. III.

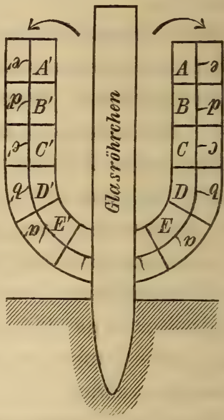


Fig. IV.

Fig. II. Eine Hydra, deren Kopf abgeschnitten ist, in normaler Lage. Sie besteht aus zwölf Ektoderm- und zwölf Entodermzellen, von denen die Ektodermzellen mit kleinen und die Entodermzellen mit großen Buchstaben bezeichnet sind. Fig. III. Dieselbe Hydra in umgestülptem Zustand und von einem Glasröhrchen durchbohrt. Das Ektoderm liegt innen und das Entoderm außen. Fig. IV. Das Entoderm in derselben Lage wie Fig. III, das Ektoderm ist, wie die Pfeile zeigen, aus dem vorderen freien Ende über das Entoderm hinausgekrochen. Meine Versuche über die Orientirung bei den operirten Hydren beweisen aber, dass diese Vorgänge unmöglich sind.

Was die Regeneration betrifft, so meint Nussbaum, dass dieselbe ausschließlich den Intermedialzellen zuzuschreiben sei. Daher führt er die Regenerationsunfähigkeit abgeschnittener Tentakel auf das Fehlen dieser Zellen zurück. Er machte darüber viele Experimente und kam immer zu dem Resultat, dass ein Tentakelstück ohne Basis sich nie regenerirte, vielmehr stets zu Grunde ging. Diese Versuche Nussbaum's kann ich durch meine eigenen bestätigen und bezweifle mit ihm die

Engelmann'schen Angaben[1] und eben so die von Roesel[2], wonach auch die Tentakelstücke sich zu ganzen Thieren regeneriren sollen. Was aber die Erklärung dieser Thatsache betrifft, so stimme ich in so fern nicht mit Nussbaum überein, als ich die Regenerationsunfähigkeit nicht auf das Fehlen der Intermedialzellen zurückführen möchte, sondern vielmehr darauf, dass die Ektodermzellen sowohl wie die Entodermzellen in den Tentakeln so sehr specialisirt sind, dass sie nie zu anderen Zellen werden können. Regenerationsunfähigkeit habe ich auch bei Vorhandensein der Intermedialzellen konstatirt.

Wie aus meinen Versuchen Nr. 60—63 erhellt, hat sich das entfernte Entoderm nicht wieder regenerirt, obgleich ja im Ektoderm Intermedialzellen vorhanden waren. Das Entoderm regenerirte sich nur aus Entodermzellen.

Man könnte mir einwenden, dass bei meinen Versuchen die Intermedialzellen ebenfalls durch die Essigsäuredämpfe zu Grunde gegangen seien. Diese Annahme wird aber durch folgende Untersuchungen hinfällig. Ich habe nämlich viele Hydren, welche auf die angegebene Weise mit Essigsäuredampf behandelt worden waren, nach der Entfernung des Entoderms in verschiedenen Zeiträumen nach der Operation mit Flemming'scher Lösung konservirt, in Schnitte zerlegt und die Schnitte auf ihre mikroskopischen Verhältnisse hin durchmustert. Bei dieser Untersuchung hat sich nun gezeigt, dass diejenigen Thiere, welche ich gleich nach der Operation getödtet hatte, keine oder wenige Theilungsfiguren in den Intermedialzellen zeigten, während diejenigen, welche nach einigen Stunden getödtet wurden, sehr viele aufwiesen (Fig. 70). Dadurch ist der Beweis geliefert, dass die Intermedialzellen nach der Operation noch lebendig bleiben und sich wie gewöhnlich durch Theilung vermehren, dass aber eine Regeneration der Entodermzellen[3] trotzdem nicht stattfindet. Die indifferente Natur der Intermedialzellen, wie sie

---

[1] l. c. p. 77.

[2] l. c. p. 495.

[3] Dass die Entodermzellen eines solchen untersuchten Thieres sich durch Theilung vermehren, sieht man auf Schnitt Fig. 69 und 69*A*. Es ist interessant hier zu sehen, dass die Kernmembran noch vorhanden ist, während die chromatischen Fasern zwischen den in zwei Partien angeordneten Stäbchen schon in Reihen auftreten, eine Thatsache, die nicht allgemein bei der gewöhnlichen Kerntheilung der Metazoen vorkommt. Einen solchen Theilungsmodus fand Weismann und ich auch bei den Richtungsspindeln von Polyphemus und Bythotrephes (Weismann und Ischikawa, Über die Bildung der Richtungskörper bei thierischen Eiern. Freiburg im Br. 1887). Diese Thatsache spricht gegen die provisorische Annahme von C. Rabl (Anat. Anz. IV. Jahrg. p. 23), dass nach ihm die Kernmembran vielleicht »ganz oder zum großen Theil aus achromatischen Fasern besteht«.

Nussbaum annimmt, wäre somit ausgeschlossen. Ich halte diese Zellen vielmehr für jugendliche Ektodermzellen, welche von Zeit zu Zeit die Ektodermzellen neu bilden.

Es dürfte von Interesse sein und meiner Erklärnng des Zurückstülpens operirter Hydren als Stütze dienen, dass auch spontane Umstülpungen bei Polypen vorkommen, die meines Wissens bis jetzt von Niemand beschrieben wurden. Eines Tages, als ich etwa 10 Stück sehr ausgehungerter Thiere in ein kleines Aquarium brachte und mit Daphniden fütterte, bemerkte ich nach einer Stunde, dass vier kleine Polypen ihre vorderen Enden von selbst umgestülpt hatten. Da mir dieser Vorfall sehr interessant schien, so brachte ich noch zehn solche hungrige Hydren in ein großes Uhrgläschen und fütterte dieselben mit einigen Daphniden, die ich in das Uhrgläschen hineinwarf, worauf ich den ganzen Vorgang unter dem Präparirmikroskop beobachtete. Die hungrigen Thierchen griffen die Daphniden sofort mit ihren Armen an und wollten sie verschlucken. Wenn eine Daphnia am vorderen oder am hinteren Ende gefasst wurde, dann wurde sie gleich verschluckt, wenn aber eine kleine Hydra eine große Daphnia an der Seite fasste, dehnte sie ihren Mund so weit aus als nur möglich, gelang es ihr dann nicht das Thier in die Leibeshöhle hereinzuziehen, so erfolgte ein Zurückklappen des Mundrandes und eine theilweise Umstülpung des Thieres. Dieser Vorgang geht sehr rasch vor sich und scheint rein mechanisch, hervorgerufen durch die Elasticität der Stützlamelle und vielleicht auch durch Kontraktion der Ringmuskeln um den Mund. Diesen ganzen Vorgang habe ich auf Taf. XIX, Fig. 56—59 abgebildet. Die Hydren ziehen ihre Tentakeln gleich nach der Umstülpung sehr stark zurück, dehnen sie aber dann wieder aus und kehren die umgestülpten Theile wieder um. Als ich diese Vorgänge Herrn Prof. Weismann zeigte, theilte er mir mit, dass er viele solche umgestülpte Köpfe bei Corydendrium gesehen habe, wie er seiner Zeit sich mit diesen Polypen beschäftigte. Er hat mir freundlichst eine Abbildung von einem solchen umgestülpten Thiere überlassen, die ich mit seiner Erlaubnis hier wiedergebe (Fig. 71). Die Thierchen stammen aus den berühmten Grotten von der Insel Nisida. Wie man an den beigefügten Abbildungen sehen wird, scheinen diese Vorgänge hier und bei Hydra einander sehr ähnlich zu sein. Man kann natürlich nicht mit Sicherheit sagen, ob bei Corydendrium diesem Vorgang auch dieselben Ursachen zu Grunde liegen. Es würde natürlich sehr interessant sein, mit diesen oder anderen Hydroidpolypen ähnliche Experimente anzustellen, wie man sie bis jetzt nur mit Hydra gemacht hat. Diese Beobachtungen an lebenden Hydren haben in so fern Interesse, als sie uns die Möglichkeit einer Erklärung bieten, warum künstlich umgestülpte Hydren in ihre normale Lage zurückkehren.

An die Versuche, zwei Thiere dauernd mit einander zu vereinigen, wie ich sie oben beschrieben, knüpft sich die interessante Frage, ob nämlich die beiden zusammengewachsenen Hydren auch ein gemeinsames Gefühl haben. Leider gelang es mir nicht auf diese Frage eine Antwort zu erhalten.

Ich möchte hier erwähnen, dass auch MARSHALL[1] den Versuch gemacht hat, zwei Polypen zu vereinigen, aber mit negativem Resultat. Er erwähnt auch, dass LICHTENBERG am Ende des vorigen Jahrhunderts dieselben Experimente gemacht habe und dass es ihm einmal geglückt sei, zwei Thiere dauernd zu vereinigen.

Zum Schluss möchte ich noch erwähnen, dass sich unter meinen Hydren viele fanden, welche mit verzweigten Tentakeln ausgestattet waren. Schon der alte ROESEL[2] erwähnt das Vorkommen derselben, fügt sogar hinzu, dass verzweigte Tentakel gar nicht selten seien. Bei Hydromedusen kennt man sie nur von der Gattung Cladocoryne. Ob diese Hydren mit verzweigten Tentakeln bestimmte Variationen der gewöhnlichen Hydra-Arten sind, vermag ich nicht zu sagen. Jedenfalls werden diese Tentakeln den Thieren bei dem Ergreifen und Festhalten ihrer Nahrung große Vortheile gewähren.

III. Zusammenfassung der Resultate.

1) Die umgestülpten Hydren kehren sich wieder um, wenn die Umkehrung für die Thiere überhaupt möglich ist, und wenn dies nicht der Fall ist, so gehen sie zu Grunde. Die durchbohrende Borste ist kein Hindernis gegen das Zurückstülpen in die ursprüngliche Lage. Die Umstülpung geht aber oft in so kurzer Zeit vor sich, dass man sie leicht übersehen kann, falls man nicht kontinuirlich beobachtet. Die auf die Versuche von TREMBLEY gegründete Ansicht, dass eine Umwandlung der Ekto- und Entodermschichten eines solchen umgekehrten Thieres einträte, ist nicht richtig, aber auch die neue Auffassung von NUSSBAUM stimmt nicht mit meinen Ergebnissen überein. Meine Versuche bewiesen, dass es sich um ein einfaches Zurückklappen der beiden Schichten in ihre ursprüngliche Lage handelt.

2) Von einem abgeschnittenen Körperstücke einer Hydra entwickelt sich der neue Kopf immer am vorderen Ende, eine Thatsache,

---

[1] l. c. p. 682—683.

[2] l. c. p. 472.

die sehr gegen die Nussbaum'sche Ansicht spricht, dass die Ektodermzellen eines umgekehrten Thieres über das Entoderm herauskriechen und es bedecken sollen, da ja bei solchem Herauskriechen der Ektodermzellen über das Entoderm die Ektodermzellen eine ganz andere Lage erhalten würden.

3) Die Intermedialzellen sind nicht im Stande alle verlorenen Zellen eines Hydrakörpers zu regeneriren. Dieselben sind die jungen Ektodermzellen und können als solche nur die verloren gegangenen Ektodermzellen ersetzen. Ein kleines Ektodermstückchen ganz vom Entoderm befreit, regenerirt niemals zu einem vollständigen Thier, obwohl die Intermedialzellen eines solchen Stückchens leben und sich noch längere Zeit nach der Operation durch Theilung vermehren. Die Entstehung der Geschlechtszellen aus den jungen Ektodermzellen ist bei den Hydromedusen allgemein (Weismann[1]).

4) Will eine Hydra Nahrung zu sich nehmen, die so groß ist, dass ihr Mund sich über das gewöhnliche Maß ausdehnen muss, so stülpt sie sich um. Eine Hydra, welche sich so umgestülpt hat, kehrt sogleich in ihre normale Lage zurück. Diese Thatsache ist von Interesse, weil sie uns die Möglichkeit einer Erklärung giebt, wesshalb eine künstlich umgestülpte Hydra gleich wieder umzukehren sucht. Eben solche von selbst umgestülpte Köpfe wurden von Weismann häufig bei Corydendrium parasiticum beobachtet, und auch diese Thatsache ist höchst wahrscheinlich auf die nämliche Erklärung zurückzuführen.

5) Man kann zwei Thiere dauernd mit einander zur Verschmelzung bringen, indem man sie mittels Borsten an einander heftet oder indem man sie in einander steckt.

Freiburg i. B., im Juni 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVIII.

Alle Figuren wurden nach dem Leben gezeichnet, und sind ungefähr 12mal vergrößert.

Fig. 1—3. Hydra sp. Fig. 4—40. Hydra fusca.

Fig. 1—3 (Versuch Nr. 1). Drei verschiedene Stadien von einem umgekehrten Thier. Fig. 1 zeigt das Thier unmittelbar nach der Umstülpung. Es hat von der linken Seite aus sein vorderes Körperende in den durch Umstülpung entstandenen Hohlraum hineingesteckt und zwei Tentakel aus dem hinteren Ende herausgetrieben.

---

[1] Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Jena 1883.

Fig. 2. Ein etwas späteres Stadium wie Fig. 1. Hier sieht man drei Tentakel aus dem hinteren Ende des Körpers hervorragen.

Fig. 3. Das Thier ist jetzt vollständig in die normale Lage zurückgekehrt, aber die Spitze eines Tentakels ist am hinteren Ende des Körpers zurückgeblieben.

Fig. 4—13 (Versuch Nr. 8a und b).

Fig. 4. Die obere Hälfte einer umgestülpten und mit einer Borste durchbohrten Hydra unmittelbar nach der Operation gezeichnet. Die Tentakel sind sehr lang gestreckt, wie dies gewöhnlich gleich nach der Operation der Fall ist.

Fig. 5. Ist 30 Minuten nach der Operation gezeichnet. Das Thier hat zwei Tentakel aus dem anderen abgeschnittenen Ende herausgestreckt. Dieses Ende ist gleichzeitig etwas nach vorn und außen zu umgekehrt.

Fig. 6. Die Umkehrung ist vollendet und das Thier zeigt die Gestalt eines kontinuirlichen Ringes mit dem Ektoderm außen und dem Entoderm innen.

Fig. 7. Die Gestalt ist etwas unregelmäßig geworden. An einer Seite ist das Thier von der Borste befreit.

Fig. 8. Das Thier hat in der Figur die Form einer niederen Tasse angenommen und hat an der einen Seite einen neuen Mund gebildet. Die Borste steckt nur noch an einer Seite.

Fig. 9. Die untere Hälfte desselben Thieres nach der Operation gezeichnet.

Fig. 10. Dieselbe Hälfte etwas später gezeichnet. Das obere Ende krümmt sich etwas nach außen und hinten zu um.

Fig. 11. Diese Krümmung ging so weit nach hinten und veränderte die Gestalt so, dass es unmöglich war die einzelnen Theile des Thieres erkennen zu können. Außerdem hat sich das Thier an der einen Seite von der Borste befreit.

Fig. 12. Das Thier hat nun eine Y-förmige Gestalt angenommen, und hat sich ganz von der Borste befreit. An einem Ende sind die Drüsenzellen schon vorhanden.

Fig. 13. Die zwei anderen Enden haben Tentakel bekommen.

Fig. 14—18 (Versuch Nr. 15).

Fig. 14. Stellt eine Hydra auf Spirogyrafäden sitzend dar.

Fig. 15. Dieselbe Hydra umgestülpt und mit einer Borste durchbohrt. Die Spirogyrafäden liegen nun im Inneren des Thieres.

Fig. 16. Das Thier schob sein hinteres Ende in den durch Operation künstlich geschaffenen Hohlraum hinein. Man sieht die Spirogyrafäden schon etwas aus dem Munde hervorragen. Das obere Ende krümmte sich etwas nach außen und hinten zu um.

Fig. 17. Dieser Vorgang ist noch weiter vorgeschritten. Man sieht schon das hintere Ende des Körpers außerhalb des Mundes. Das obere Ende hat sich noch mehr nach hinten zu gekrümmt.

Fig. 18. Die Umkehrung ist vollendet, aber die Borste steckt noch immer an einer Seite der Mundöffnung.

Fig. 19 und 20 (Versuch Nr. 16).

Fig. 19. Zeigt eine umgestülpte Hydra, welche mit einem der Leibeshöhle des Thieres entsprechenden Glasröhrchen senkrecht durchbohrt ist. Das Glasröhrchen ging nicht gerade durch die Mitte des Körpers, so dass das hintere Ende etwas an einer Seite des Röhrchens zu liegen kam.

Fig. 20. Dasselbe Thier nach 24 Stunden gezeichnet. Das Thier hat eine vollständige Umwandlung durchgemacht. Das Ektoderm liegt außen und das Entoderm innen.

Fig. 21—25 (Versuch Nr. 18).

Fig. 21. Stellt eine umgestülpte Hydra dar. Dieselbe ist mit einem Glasstäbchen der Länge nach durchbohrt. Das Stäbchen ging nicht gerade durch die Mitte des Körperendes wie bei der vorhergehenden.

Fig. 22. Das Thier fängt an sich von beiden Seiten wieder umzustülpen. Das hintere Ende schob sich immer weiter hinein bis zu dem Loch, wo das Stäbchen aus dem Thiere austritt. Die Hydra versuchte jetzt an einer Seite des Loches herauszukriechen, was ihr auch schließlich gelang, wie man in

Fig. 23 sieht. Hier bemerkt man auch, dass das vordere Ende sich noch viel weiter nach hinten bewegt hat.

Fig. 24. Der freie Rand des Körpers mit *a* bezeichnet schob sich weiter nach oben zu, und wuchs endlich mit dem freien Rand des Mundes zusammen, wie in

Fig. 25 dargestellt ist.

Fig. 26—30 (Versuch Nr. 20). Eine umgestülpte Hydra der Länge nach mit einem Glasstäbchen durchbohrt.

Fig. 26. Stellt die Hydra gleich nach der Operation dar.

Fig. 27. Das obere Ende des Thieres ist etwas nach außen und unten zu umgekehrt.

Fig. 28. Das untere Ende ist etwas nach außen und vorn zu umgekehrt.

Fig. 29. Die Umkehrung am vorderen Ende ist noch weiter vorgeschritten, und das Thier hat die Gestalt eines geschlossenen Ringes angenommen. Das hintere umgekehrte Ende ist in kleine Stückchen zerfallen.

Fig. 30. Das Thier ist noch immer ein geschlossener Ring ohne Mund. Die Tentakel haben eine bedeutendere Größe erhalten.

Fig. 31—40 (Versuch Nr. 76). In Fig. 31 sieht man ein Stück eines Hydrakörpers auf Kork aufgespannt mit dem Entoderm nach oben. Dieses Stück wurde erhalten, indem der Hydra der Kopf weggeschnitten und der Rest der Länge nach gespalten wurde.

Fig. 32. Dasselbe Stück hat durch Kontraktion des Ektoderms eine cylinderförmige Gestalt angenommen. Das Entoderm liegt außen und das Ektoderm innen.

Fig. 33. Dasselbe hat sich wieder von selbst aufgerollt.

Fig. 34. Das Körperstück hat durch Umrollung seine natürliche Lage angenommen mit dem Ektoderm nach außen und dem Entoderm nach innen. An einer Stelle verhinderte ein Algenfaden das Zusammenwachsen der beiden freien Ränder. In

Fig. 35 hat das Thier die eine von diesen Seiten zu einem Fortsatz ausgedehnt. So gelang es dem Thier den Algenfaden allmählich zur Seite zu schieben, wie

Fig. 36 zeigt. Zuletzt schloss sich die Öffnung vollständig.

Fig. 37. Das Thier gezeichnet ungefähr drei Tage nach der Operation. Am hinteren Ende sind schon die Drüsenzellen vorhanden, und das Thier sitzt fest auf dem Boden des Uhrglases.

Fig. 38. Am vorderen Ende bildet sich eine kleine spitzige Ausstülpung, welche sich zu einem Tentakel entwickelt, wie

Fig. 39 zeigt.

Fig. 40 zeigt dasselbe Thier nach sieben Tagen. Es hat jetzt vier Tentakel an dem vorderen Ende.

Tafel XIX.

Alle Figuren wurden nach dem Leben gezeichnet und sind ungefähr (Fig. 53 und 55 ausgenommen) 120mal vergrößert.

Fig. 41—44 (Versuch Nr. 61).

Fig. 41 zeigt eine Hydra, wie sie der Länge nach aufgeschnitten und auf einem Korkstück ausgebreitet wurde.

Fig. 42. Dieselbe 5 Minuten nach der Wegnahme des Kopfes und nach der Behandlung mit Essigsäuredampf. Das Ektoderm zieht sich etwas zusammen.

Fig. 43. Dieselbe fängt an sich aufzurollen.

Fig. 44. Dieselbe 1 Stunde 30 Min. nach der Operation. Das Thier ist lang gestreckt.

Fig. 45—49 (Versuch Nr. 63).

Fig. 45 zeigt eine Hydra, welcher der Kopf abgeschnitten und deren Entoderm theilweise weggenommen wurde. 5 Minuten nach der Operation. Der Körper rollte sich zu einem Cylinder um, und zwar von vorn nach hinten und nicht von der Seite wie gewöhnlich.

Fig. 46. Dieselbe nach 15 Minuten. Das Thier hat sich wieder aufgerollt. Die zwei Seiten näherten sich einander und wuchsen schließlich zusammen.

Fig. 47. Dasselbe nach 2 Tagen mit einem Tentakel.

Fig. 48. Dasselbe Thier nach 4 Tagen. Es hat jetzt zwei Tentakel am vorderen Ende des Körpers.

Fig. 49. Dasselbe nach 7 Tagen mit vier Tentakeln.

Fig. 50—52 (Versuch Nr. 78). Eine Hydra der Länge nach an einer Seite aufgeschnitten und mit zwei Borsten kreuzweise durchbohrt.

Fig. 50 zeigt das Thier gleich nach der Operation.

Fig. 51. Dasselbe von der anderen (ektodermalen) Seite gesehen. Durch Zusammenrollen hat sich das Thier an dem hinteren Ende von der Borste befreit.

Fig. 52. Dasselbe nach $5\frac{1}{2}$ Stunden. Das Thier ist jetzt ganz zusammengewachsen an zwei abgeschnittenen Seiten, und die Borsten stecken noch immer am vorderen Ende des Körpers. Am hinteren Ende sieht man zwei Anhänge, die durch das Wegreißen der Borste verursacht sind.

Fig. 53—54 (Versuch Nr. 31). Eine Hydra zweimal der Quere nach durchschnitten, das mittlere Stück wurde mit einem Glasstäbchen der Länge nach durchbohrt, um zu sehen, ob der Kopf sich am vorderen oder am hinteren Ende neubildet.

Fig. 53 zeigt dasselbe Stück nach $1\frac{1}{2}$ Tagen. Der Körper des Thieres ist der Länge nach durchgerissen und liegt zum großen Theil außerhalb des Glasrohres. Am vorderen Ende haben sich bereits Tentakel entwickelt. Vergr. circa 23mal.

Fig. 54 *A* zeigt dasselbe Thier nach $3\frac{1}{2}$ Tagen von der Seite gesehen, nachdem es vom Glasröhrchen befreit worden war. Am vorderen Ende treten zwei Mundöffnungen auf, welche noch nicht ganz von einander getrennt sind.

Fig. 54 *B*. Dasselbe von oben gesehen.

Fig. 55—59 zeigen spontane Umstülpungen der Hydren.

Fig. 55 zeigt ein von selbst umgestülptes Thier mit der Camera gezeichnet. Vergr. circa 20mal.

Fig. 56—58 zeigen eine Hydra in verschiedenen Stadien der Futteraufnahme. Das Futter (Daphnia) ist zu groß, wesshalb das Thier seinen Mund so weit ausgedehnt hat, dass der Rand umgeklappt ist, wie man in

Fig. 59 sieht.

Fig. 60—61 (Versuch Nr. 79).

Fig. 60. Eine umgestülpte Hydra wurde durch den Mund des anderen Thieres

in dessen Leibeshöhle hineingesteckt. Das innere Thier hat sein hinteres Ende durch das Borstenloch hinausgetrieben.

Fig. 61. Die beiden Thiere nach 12 Tagen gezeichnet. Sie sind zu einem zusammengewachsen und besitzen zwei Mundöffnungen.

Fig. 62 (Versuch Nr. 80). Der vorige Versuch wurde wiederholt, nachdem die beiden Thiere mit einander verschmolzen waren, entstanden an der Stelle, wo zwei freie Mundränder zusammenwachsen, zwei neue Mundöffnungen und ein Paar neue Tentakel.

Fig. 63—65 (Versuch Nr. 81).

Fig. 63. Ein kleines Thier wurde in ein größeres Thier hineingesteckt und beide hierauf mit einer Borste durchbohrt.

Fig. 64. Das innere Thier kroch aus dem äußeren heraus, während ein Stück der Körperwand noch in der Leibeshöhle des äußeren Thieres zurückblieb, und zwar an der Stelle, wo die Borste das Thier traf.

Fig. 65. Dieselbe nach 17 Tagen gezeichnet. Das zurückgebliebene Stück der Körperwand des inneren Thieres verschmolz mit dem Mundrande des äußeren, und es bildete sich eine Brücke zwischen den beiden.

Fig. 66 (Versuch Nr. 82). Zwei Hydren wurden mit zwei Borsten neben einander durchbohrt und das Entoderm der beiden Thiere ist an der Stelle, wo die Borsten durchgehen, zusammengewachsen.

Fig. 67 (Versuch Nr. 83) zeigt den vorigen Versuch, wobei eine vollständige Verwachsung der beiden Thiere stattfand. Diese Verbindungsbrücke besteht aus Ekto- sowie aus Entoderm.

Tafel XX.

ect, Ektoderm; *ent,* Entoderm; *st,* Stützlamelle; *Gph,* männliches Gonophor; *PsR,* Rand des Perisarcrohres.

Fig. 68. Längsschnitt eines untersuchten Thieres (Versuch Nr. 18), wie er in Fig. 25 abgebildet ist. Bei genauerer Betrachtung sieht man die Ähnlichkeit der beiden Figuren. Sowohl an der linken als an der rechten Seite ist oben ein Theil des Körpers weggerissen. Der ganze untere Theil, den man auf Fig. 25 auf dem Glasröhrchen sieht, wurde bei der Befreiung der Hydra von dem letzteren weggerissen (FLEMMING'sche Lösung, Karminpräparat. Vergr. 0/III, SEIBERT = 80).

Fig. 69. Längsschnitt einer umgestülpten Hydra, 3 Stunden nach der Operation konservirt. Man sieht viele Kerntheilungsfiguren in Ekto- sowie in Entodermzellen (Vergr. 1/V, SEIBERT = 330).

Fig. 69*A*. Zwei in Theilung begriffene Entodermzellen aus dem Schnitt Fig. 69 (Vergr. 1/VII, SEIBERT = 850).

Fig. 70. Fünf junge Ektodermzellen (Intermedialzellen) in Theilung begriffen aus einem mit Essigsäuredampf behandelten Ektodermstück eines Hydrakörpers, 2 Stunden nach der Operation konservirt (Vergr. 1/VII, SEIBERT = 850).

Fig. 71. Corydendrium parasiticum. Ein von selbst umgestülpter Kopf aus einem männlichen Stocke (Zeichnung von Professor WEISMANN).

Über Entwicklung und Verwandtschaftsbeziehungen der Aktinien.

Von

Dr. **Theodor Boveri** in München.

(Aus dem zoologischen Institut zu München.)

Mit Tafel XXI—XXIII.

Im Jahre 1886 forderte mich Herr Professor Richard Hertwig zu einer gemeinschaftlichen anatomisch-systematischen Bearbeitung einer Reihe von Aktinien auf, die ihm von Expeditionen und Sammlern zur Verfügung gestellt worden waren. In diesem Material befanden sich verschiedene Entwicklungsstadien der zuerst von M. Sars bekannt gemachten eigenthümlichen Arachnactis, deren Beschreibung in jene Arbeit eingefügt werden sollte. Die ontogenetischen Resultate, zu denen wir beim Studium dieser Larven gelangten, waren jedoch von einem allgemeineren, die Phylogenie der Aktinien berührenden Interesse und ließen es wünschenswerth erscheinen, so weit als möglich, auch Vertreter der übrigen Aktiniengruppen von Neuem auf ihre Entwicklung zu untersuchen. So löste sich von jener systematischen Arbeit die vorliegende Abhandlung ab, deren Ausarbeitung und Veröffentlichung Herr Professor R. Hertwig in liebenswürdigster Weise mir allein überließ, obgleich nicht nur der Plan der Arbeit sowie der größte Theil des verwendeten Materials von ihm herrühren, sondern auch die Beobachtungen anfänglich von uns gemeinsam angestellt worden waren. Indem ich meinem hochverehrten Lehrer für diesen beträchtlichen Antheil an den im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen meinen herzlichsten Dank ausspreche, bin ich zugleich ermächtigt, die Zustimmung desselben zu den im allgemeinen Theil niedergelegten phylogenetischen Folgerungen zur Kenntnis zu bringen.

Obgleich die Beobachtungen, die mir über die Entwicklung der einzelnen Aktinientypen zur Verfügung stehen, sehr fragmentarisch sind, bilden dieselben doch in so fern ein abgeschlossenes Ganze, als sie sich auf Stadien beziehen, welche für die Erkenntnis der Phylogenie dieser Coelenteratengruppe von der größten Bedeutung sind.

Seit vornehmlich durch die Untersuchungen von SCHNEIDER und RÖTTEKEN (22), A. VON HEIDER (12) und der Gebrüder HERTWIG (13) die Wichtigkeit nicht nur der Septen-Zahl und -Gruppirung, sondern auch der an den Septen zu beobachtenden Muskelanordnung für die Systematik der Aktinien festgestellt worden ist, liegen zwar mehrfache und zum Theil sehr werthvolle Angaben über Entwicklung der Zoantharia vor; allein eine phylogenetische Verwerthung haben diese ontogenetischen Befunde — wenn ich eine erst in den letzten Wochen erschienene kurze Notiz von P. MCMURRICH (20) ausnehme — entweder nicht gestattet oder wenigstens nicht gefunden.

So stehen sich denn die drei Hauptgruppen der Aktinien: die Edwardsiae, Ceriantheae und Hexactiniae ziemlich schroff gegenüber, und es war bisher kein Urtheil möglich, in welcher Weise diese drei Typen mit einander verwandt sind, ob einer aus dem anderen abgeleitet werden kann, oder ob eine unbekannte Urform angenommen werden muss, aus der sie sich nach drei verschiedenen Richtungen entwickelt haben. Die im Folgenden beschriebenen ontogenetischen Thatsachen sind, wie ich glaube, im Stande, diese Fragen zu beantworten.

Da es sich bei meinen Schlussfolgerungen im Wesentlichen um eine Verwerthung der Struktur, Gruppirung und Entstehungsfolge der Septen handelt, so ist es vielleicht nicht unerwünscht, wenn ich der Schilderung der entwicklungsgeschichtlichen Befunde eine kurze Darstellung vorausgehen lasse, in welcher Weise die drei genannten Aktiniengruppen durch die Anordnung ihrer Septen charakterisirt und von einander unterschieden sind.

Bei den Hexaktinien — um mit dieser familienreichsten Gruppe zu beginnen, sind, wie HOLLARD (15) zuerst gezeigt hat, alle Septen paarweise angeordnet, und zwar sind es sechs Paare primärer Septen, welche die ganze Architektonik bestimmen und die scheinbare Sechsstrahligkeit des Körpers erzeugen. Allein diese sechs Septenpaare sind, worauf SCHNEIDER und RÖTTEKEN (22) zuerst aufmerksam gemacht haben, einander nicht alle gleichwerthig, sondern es stehen zwei einander opponirte Paare, diejenigen nämlich, welche sich an die sog. Schlundrinnen des Magenrohres inseriren, in Folge ihrer Muskelanordnung zu den vier anderen im Gegensatz. Während (Taf. XXIII, Schema Fig. III, wobei die zweierlei Farben noch unberücksichtigt bleiben mögen) bei den letzteren die Septen jedes Paares ihren Längsmuskelwulst auf den einander zugekehrten Seiten tragen, finden wir bei jenen, die ihrer Ausnahmestellung wegen als »Richtungssepten« bezeichnet werden, die longitudinalen Fasern auf der dem Partner abgewandten Seite des Septums. Diese abweichende Struktur zweier gegenüberstehender Septenpaare in Verbindung mit der durch die gleiche Ebene bestimmten Ausbildung der Schlundrinnen, verleiht dem Hexaktinienkörper eine zweistrahlige Architektonik. — Alle neuen Septen entstehen, gleichfalls paarweise, zwischen den schon vorhandenen Paaren, und zwar tragen dieselben stets einander zugewandte Längsmuskeln.

Im Gegensatz zu den zweistrahligen Hexaktinien sind die Edwardsiae und Ceriantheae bilateral-symmetrisch.

Die Edwardsiae besitzen zeitlebens nur acht Septen, welche die im Schema Fig. I (Taf. XXIII) dargestellte, von A. Andres (3) und den Gebrüdern Hertwig (13) entdeckte Muskelanordnung aufweisen. Bezeichnen wir die untere Seite des Schemas als die ventrale, die obere als die dorsale, so treffen wir, an die beiden Schlundrinnen sich inserirend, ein dorsales und ventrales Paar von Richtungssepten, welche, wie bei den Hexaktinien, mit abgewandten Längsmuskeln ausgestattet sind. Die zwei übrigen Septen, die jederseits zwischen diesen Richtungsseptenpaaren ausgespannt sind, kehren ihren Längsmuskelwulst nach einer und derselben Seite und folgen darin der Anordnung der dorsalen Richtungssepten. Wir begegnen also, von der ventralen Seite ausgehend, jederseits zuerst einem Septum, das seinen Muskelwulst unserem Ausgangspunkt abwendet, darauf dreien, welche denselben diesem Punkte zukehren.

Ganz eigenartig endlich verhalten sich in ihrer Septenanordnung die Ceriantheae. Bei ihnen tritt die bilaterale Symmetrie — die Ungleichwerthigkeit einer Rücken- und Bauchseite — schon dadurch noch schärfer hervor als bei den Edwardsiae, dass nur eine Schlundrinne vorhanden ist (Schema Fig. II, Taf. XXIII)[1]. Man bezeichnet die hierdurch bestimmte Seite des Körpers als ventrale (Hertwig, Vogt). Hier findet sich ein durch Kürze und Stärke ausgezeichnetes Richtungsseptenpaar, für das jedoch die bei den Hexaktinien und Edwardsien konstatirte Muskelgruppirung nicht hat festgestellt werden können. Überhaupt sind — offenbar in Folge der starken Entwicklung einer ektodermalen Längsmuskulatur — die Septenmuskeln sehr schwach ausgebildet, und eine Differenz der beiden Seiten war bisher nicht nachweisbar. Auf das Richtungsseptum folgt jederseits eine große und sehr variable Zahl von Septen, die gegen die dorsale Seite allmählich kleiner und schwächer werden. Diese Abnahme hängt zusammen mit der Vermehrungsweise der Septen. Die Anlage neuer Septen ist nämlich ausschließlich auf eine schmale Zone längs der dorsalen Mittellinie beschränkt, in der Weise, dass hier, streng paarig, die neuen Septen entstehen, das eine rechts, das andere links von der Medianebene. Die räumliche Aufeinanderfolge der Septen von der ventralen zur dorsalen Seite bezeichnet demnach zugleich die zeitliche Folge ihrer Entstehung, wenn wir die vier ventralsten Septen jederseits ausnehmen, für welche dieser Satz, wie sich unten zeigen wird, höchst wahrscheinlich nicht gilt. —

---

[1] Die zweierlei Färbung der Septen möge noch unberücksichtigt bleiben.

Wie sich in neuester Zeit herausgestellt hat, ist mit diesen drei Typen die Mannigfaltigkeit der bei den Aktinien verwirklichten Baupläne nicht erschöpft. Zwar lässt sich wohl die auf den ersten Blick sehr eigenartig erscheinende Gruppe der Zoantheen leicht und mit großer Wahrscheinlichkeit von den Hexaktinien ableiten; allein daneben giebt es andere Formen, die, wie es scheint, den drei im Vorstehenden charakterisirten Typen gleichwerthig gegenüberstehen, so der von R. Hertwig (14) aufgestellte Tribus der Monauleae: »Actiniarien mit paarig angeordneten Septen, aber mit nur einem Paar Richtungssepten«, so der von dem gleichen Autor begründete Tribus der Paractiniae, die sich von den Hexactiniae dadurch unterscheiden, dass die Zahl der Septenpaare nicht durch den Numerus sechs bestimmt ist, so endlich die von Blochmann und Hilger (5) auf ihre Anatomie untersuchte Gonactinia prolifera M. Sars, bei der acht Makrosepten in der Anordnung der Edwardsiae vorhanden sind, außerdem aber zwischen diesen jederseits noch vier Mikrosepten, der Art, »dass in die zwei Fächer beiderseits des einen (dorsalen) Richtungsseptenpaares je zwei, in die übrigen Fächer, die zwischen den Richtungssepten natürlich ausgenommen, je eines zu stehen kommt«. Diese acht Mikrosepten sind in der Weise mit Muskeln ausgestattet, dass sie, für sich allein betrachtet, gleichfalls die »Edwardsia-Stellung« repräsentiren, jedoch in umgekehrter Orientirung (Blochmann und Hilger, p. 390).

Meine entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen erstrecken sich nur auf die drei Tribus der Hexactiniae, Edwardsiae und Ceriantheae; allein aus den phylogenetischen Resultaten, zu welchen ich hierbei gelangt bin, wird sich die Möglichkeit ergeben, in dem gewonnenen Stammbaum auch den zuletzt erwähnten abweichenden Formen eine — freilich vorläufig noch hypothetische — Stellung anzuweisen.

Ich theile meine Darstellung in zwei Abschnitte; im ersten gebe ich — unter gleichzeitiger Berücksichtigung der einschlägigen Arbeiten — die Beobachtungen, im zweiten fasse ich die Resultate derselben, sowie die in der Litteratur bereits vorliegenden Ergebnisse zu einer allgemeinen Betrachtung über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Aktinien zusammen.

I. Abschnitt.

A. Ceriantheae.

Die Larven, die ich aus diesem Tribus zu untersuchen Gelegenheit hatte, stammen von der Expedition des Triton; sie sind identisch mit der von M. Sars (21) beschriebenen Arachnactis albida. Nachdem diese merkwürdige Form längere Zeit für eine ausgewachsene, zeitlebens frei schwimmende Aktinie gehalten worden war, brach sich allmählich die Überzeugung Bahn, dass man es in derselben mit einer Larve zu thun habe. Gosse (9) scheint der Erste gewesen zu sein, der, gestützt auf einige Angaben Jules Haime's (11) über die Entwicklung von Cerianthus membranaceus, die Vermuthung aussprach, Arachnactis möchte vielleicht ein jugendlicher Cerianthus sein. Auch A. Agassiz hebt in seiner ersten Publikation (1) die Übereinstimmung seiner jüngsten Arachnactisexemplare mit den von J. Haime abgebildeten Cerianthuslarven hervor, wogegen er später, in einem an Lacaze-Duthiers gerichteten Brief (2), Arachnactis als eine jugendliche Edwardsia in Anspruch nimmt, — ein unzweifelhafter Irrthum, der, wie bereits C. Vogt (23) bemerkt hat, nur durch eine Vermengung verschiedenartiger Formen erklärt werden kann. A. Andres spricht sich in seiner Monographie der Aktinien wie Gosse dahin aus, dass Arachnactis wohl ein Jugendstadium von Cerianthus repräsentire, und er führt dieselbe demgemäß nur als Larve auf.

Nachdem wir einerseits durch J. Haime (11), Heider (12) und die Gebrüder Hertwig (13) über die Organisation des Cerianthus Aufschluss erhalten haben, andererseits auch über den Bau und das eigenartige Wachsthum der Arachnactis — Dank den Untersuchungen von M. Sars (21), A. Agassiz (1) und C. Vogt (23) — ziemliche Klarheit herrscht, kann über die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen beider Formen kein Zweifel mehr bestehen; und es handelt sich nur noch darum, das zu den Arachnactislarven gehörige ausgewachsene Thier aufzufinden, um zu entscheiden, ob dieses ein echter, sei es bereits bekannter oder neuer Cerianthus ist, oder eine mehr oder weniger abweichende Form, für welche eine eigene Gattung aufgestellt werden muss.

Carl Vogt hat in seiner jüngst erschienenen Abhandlung: »Des genres Arachnactis et Cerianthus« (23) diese Alternative im letzteren Sinn entschieden. Er glaubt die ausgewachsene »Arachnactis« gefunden zu haben, und zwar in Gestalt einer zeitlebens frei schwimmenden Aktinie von etwa 4 cm Länge, mit 12 gleichmäßig entwickelten Rand- und 12 eben solchen Mundtentakeln und einem Porus terminalis. Dass es sich um ein ausgebildetes Thier handelt, wurde durch das Vorhandensein von Larven im Leibesraum bewiesen. Da die von Vogt im Jahre 1861 gefischten Exemplare auf dem Transport zu Grunde gegangen sind, gründet sich seine Beschreibung lediglich auf die an lebenden Thieren gemachten Beobachtungen und eine nach einem solchen entworfene Zeichnung, wogegen eine genauere anatomische Untersuchung mit Rücksicht auf die für die Klassifikation der Aktinien maßgebenden Gesichtspunkte nicht vorgenommen werden konnte. Ohne eine solche sind aber die von Vogt mitgetheilten Merkmale durchaus unzureichend, um seine Aktinie als Cerianthide zu charakterisiren. Denn der Besitz von zwei Tentakelkreisen, einem rand- und einem mundständigen, ist nicht auf die Ceriantheae beschränkt, sondern kommt auch anderen Aktinien zu, so z. B. der von Gosse (9, p. 252) beschriebenen Halcampa microps; und eben so ist der Porus terminalis ein Merkmal, das die Ceriantheae mit manchen anderen Aktinien gemein haben, so z. B. der Halcampa Fultoni (Strethill Wright [25]), welche auch durch den Besitz von 12 Septen mit der von Vogt beschriebenen übereinstimmt. Allein wenn hiernach auch die angeführten Merkmale — und eben so die weiterhin von Vogt herangezogene ventrale und dorsale »gouttière interlamellaire impaire« — nicht genügen, um den Platz zu bestimmen, den seine Form im System der Aktinien einnimmt, so gestatten sie wenigstens das Eine auszusagen, dass das als ausgewachsene Arachnactis beschriebene Thier mit den von Sars, Forbes und Goodsir (8), A. Agassiz und von C. Vogt selbst untersuchten Arachnactislarven sicherlich nichts zu thun hat. Zum Beweise dieser Behauptung bedarf es lediglich des Hinweises darauf, dass unter den von Sars, Forbes und Goodsir und Agassiz beschriebenen Arachnactislarven Exemplare waren, welche bereits mehr als 12 Randtentakel besaßen, eine größere Zahl also, als nach Vogt dem ausgewachsenen Thier zukommen soll. Ich selbst bin im Besitz solcher Larven mit mehr als 12 Randtentakeln; das in Fig. 5 (Taf. XXI) abgebildete Exemplar z. B. besaß deren 17 (dieselben sind mit Ausnahme der vier jüngsten abgerissen), und die anatomische Untersuchung ergab das Vorhandensein von 20 Septen, von denen die beiden jüngsten das Schlundrohr noch nicht erreichten.

Muss ich sonach die von Vogt beschriebene Aktinie ihres Anspruches, die ausgewachsene Arachnactis zu repräsentiren, entkleiden, so bin ich dagegen selbst in der Lage, die hier vorhandene Lücke in unserer Kenntnis der Aktinien auszufüllen. An derselben Stelle des atlantischen Oceans, an welcher die Tritonexpedition die Herrn Professor R. Hertwig zur Verfügung gestellten Arachnactislarven erbeutete, dredgte dieselbe eine Aktinie, welche sowohl äußerlich als auch in ihrem anatomischen und histiologischen Verhalten die größte Ähnlichkeit mit Cerianthus zeigt. Herr Professor Hertwig und ich werden das uns überlassene, allem Anschein nach völlig ausgebildete Exemplar demnächst in einer systematischen Arbeit beschreiben. Hier genügt es, einstweilen mitzutheilen, 1) dass gewisse Merkmale uns in den Stand setzen, unsere ältesten Arachnactislarven mit dem ausgewachsenen Thiere zu identificiren, und 2) dass dieses letztere durch mehrere Eigenthümlichkeiten so weit vom Cerianthus verschieden ist, dass die Aufstellung eines eigenen Genus »Arachnactis« für dasselbe vollkommen gerechtfertigt erscheint.

Die jüngsten Arachnactislarven, die in dem Material des Triton enthalten sind, zeigen annähernd Kugelgestalt bei einem Durchmesser von etwa $^2/_3$ mm. Sie besitzen bereits ein kurzes Schlundrohr und acht wohl entwickelte Septen, deren Ansatzstellen am Mauerblatt sich äußerlich durch acht meridionale Furchen markiren. Genaueren Aufschluss über den Bau dieser Larven ergeben Querschnitte. Fig. 2 (Taf. XXI) zeigt einen solchen, ungefähr aus der Mitte des Körpers, in welcher Region die Septen bereits mit freien Rändern endigen. Größe und Gruppirung der Septen verleihen dem Körper schon auf diesem Stadium eine deutliche bilaterale Symmetrie. Die beiden größten Septen (*a—a*) theilen den Leibesraum in eine größere und eine kleinere Kammer, von denen die erstere, wie sich später zeigen wird, als dorsale, die letztere als ventrale zu bezeichnen ist. In der dorsalen Kammer finden sich zwei Septenpaare, von denen das dem Paar *a* zunächst liegende diesem an Größe nur wenig nachsteht, wogegen das nächste Paar beträchtlich kleiner ist. Noch etwas schwächer als dieses Paar zeigt sich das des ventralen Raumes entwickelt.

Da der in der Medianebene gelegene Querdurchmesser des Körpers etwas länger ist, als der dazu senkrechte und außerdem das dorsale und ventrale Septenpaar viel weniger weit gegen die Achse vorspringen als die beiden anderen, so ist der von den freien Septenrändern gemeinschaftlich umgrenzte Raum spaltförmig, von links nach rechts sehr eng.

Eine gleiche seitliche Kompression zeigt das Schlundrohr.

Die freien Ränder sämmtlicher acht Septen sind in ganzer Länge mit primitiven Mesenterialfilamenten besetzt, d. h. mit einem wulstartigen Belag specifischer Zellen, die sich gegen die gänzlich anders strukturirten Entodermzellen, welche die beiden Flächen des Septums überziehen, aufs schärfste abgrenzen (Fig. 2). Schon A. von Heider hat in seiner Abhandlung über den anatomischen und histiologischen Bau des Cerianthus membranaceus (p. 236—238) die vollkommene Übereinstimmung dieses Epithels der Septenränder mit dem des Schlundrohres hervorgehoben, er hat zugleich den kontinuirlichen Übergang zwischen beiden nachgewiesen und daraufhin den in Rede stehenden Randwulst als ektodermal in Anspruch genommen. Eben so berichtet Vogt (23) von älteren Arachnactislarven, dass das Epithel des Schlundrohres auf die Septen und Gastralfilamente übergeht, wo es sowohl die gleiche Höhe als auch den Besitz von Nesselzellen bewahrt (p. 12).

Ich kann diese Angaben schon für die mir vorliegende jüngste Larve vollkommen bestätigen. Das Epithel der Septenränder ist völlig identisch mit dem des Schlundrohres und ohne Zweifel, wie dieses, ektodermal. Meine Präparate möchten sogar die Vermuthung nahe legen, als habe sich auf früheren Stadien ein kontinuirlicher Ektodermschlauch bis nahe an den Grund des Körpers erstreckt, und als sei derselbe erst sekundär in seinem hinteren Abschnitt durch eine zwischen je zwei Septen erfolgende longitudinale Spaltung in acht den Septenrändern aufsitzende Streifen zerlegt worden, während sich nur der vorderste Abschnitt als ganzwandiger Schlauch (Schlundrohr) erhielt. Diese Vorstellung wird dadurch hervorgerufen, dass sich die acht Ektodermleisten der Septenränder so regelmäßig an einander fügen, dass sie die Form des Schlundrohres bis an ihr hinteres Ende fortführen, ein Verhalten, welches durch die Fig. 2 und 7 (Taf. XXI) anschaulich gemacht wird.

Fig. 7 zeigt einen Schnitt aus der Übergangsregion, indem hier die dorsalen Septen bereits mit freien Rändern endigen, während ventralwärts noch ein Stück des Schlundrohres getroffen ist, an welchem das Epithel durch tiefe Furchen zu longitudinalen Leisten abgetheilt ist, deren jede auf ein Septum trifft.

Zwischen Septum *a* und *d* linkerseits ist die Stützlamelle des Schlundrohres bereits unterbrochen, Ektoderm und Entoderm treten in Berührung mit einander, und der nächstfolgende Schnitt weist dann die Spalte auf, wie sie in Fig. 7 zwischen den dorsalen Septen schon besteht.

Der Querschnitt der Fig. 7 ist noch in einer zweiten Hinsicht von

Interesse. Da derselbe fast genau senkrecht zur Längsachse der Larve geführt ist, so lehrt er, dass das Schlundrohr ventralwärts etwas weiter nach hinten reicht als dorsalwärts, und dies stimmt überein mit dem späteren Verhalten der Schlundrinne, welche sich ja aus diesem Bereich des Schlundrohres differenzirt.

Erwähnenswerth ist der histiologische Charakter des Entoderms, das aus vakuolisirten, offenbar mit Dotterkörpern vollgepfropften Zellen besteht und sich vom Grunde eines jeden Interseptalfaches zu einem mächtigen, großblasigen Wulst erhebt, der nahezu den ganzen Interseptalraum ausfüllt (Fig. 2 und 7).

Das Wichtigste aber an diesen jüngsten Arachnactislarven ist die Anordnung der Muskulatur. Bei Betrachtung gut getroffener Querschnitte mit Immersionslinsen erkennt man einmal an der Außenseite der Stützlamelle des Mauerblattes feine Punkte in einfacher Reihe; es sind dies die Querschnitte ektodermaler Längsmuskelfasern, welche bekanntlich bei den ausgewachsenen Ceriantheae eine so außerordentlich starke Entfaltung gewinnen. Besonders an einer etwas älteren Larve von über 1 mm Durchmesser, die in Gestalt und Septenzahl noch vollkommen mit meinen jüngsten Larven übereinstimmt, konnte ich diesen ektodermalen Muskelbelag des Mauerblattes deutlich nachweisen.

Eine zweite Lokalität, an welcher Muskelfibrillen entwickelt sind, sind die Septen. Jedes Septum trägt auf der einen Seite eine ganz feine Schicht von Längsmuskelfasern, welche an gut getroffenen Querschnitten als eine der Stützlamelle anliegende Reihe kleiner Punkte mit voller Deutlichkeit zu erkennen sind (Taf. XXI, Fig. 2), wogegen ich auf der anderen Seite keine Muskelfibrillen nachweisen konnte, wahrscheinlich weil dieselben hier annähernd transversal verlaufen. Die Orientirung des Längsmuskelbelags der Septen stimmt überein mit der bilateralen Symmetrie des Larvenkörpers, ja sie bringt dieselbe erst zum vollen unzweifelhaften Ausdruck. Die Septen des dorsalen und ventralen Paares (*c* und *d*) tragen ihre Muskelschicht auf der der Medianebene abgewandten Seite, die Muskelfibrillen der Septen *a* und *b* sind so orientirt, wie die des dorsalen Septums ihrer Seite.

Arachnactis zeigt demnach auf diesem frühen Entwicklungsstadium in der Zahl und Muskelbekleidung der Septen eine völlige Übereinstimmung mit der ausgewachsenen Edwardsia und es mag daher diese ontogenetische Stufe mit dem Namen »Edwardsiastadium« bezeichnet werden.

Zwischen diesem Stadium und meinem nächst älteren ist leider eine beträchtliche Lücke; denn es folgen gleich Larven, welche bereits sechs wohl entwickelte, annähernd gleich große Randtentakel besitzen und in Form kleiner Stummelchen die Anlagen eines siebenten und achten; auch zeigen sich zu beiden Seiten des spaltförmigen Mundes die ersten Andeutungen von je zwei Mundtentakeln in Gestalt stumpfer Höcker (Taf. XXI, Fig. 1). Der Durchmesser im ausgedehnten Zustand, von einer Tentakelspitze zur gegenüberliegenden gerechnet, beträgt $2^1/_2$—3 mm.

Eine genauere Analyse dieses Stadiums an durchsichtig gemachten oder in Querschnitte zerlegten Larven ergiebt Folgendes. Das kurze Schlundrohr ist noch stärker seitlich komprimirt als bei den kugeligen Larven und besitzt im Querschnitt ungefähr die Form eines langgestreckten Rechteckes (Taf. XXI, Fig. 6). An jede Breitseite des Rechtecks treten zwei breite Septen heran, an jeden der vier Winkel ein schmales. Es sind dies die acht Septen, denen wir, ungefähr im gleichen gegenseitigen Größenverhältnis schon in den kugeligen Larven begegnet sind, und es fragt sich nur, welche von ihnen den dort als dorsal, welche den als ventral bezeichneten entsprechen. Die Entscheidung hierüber würde sich aus der Anordnung der Septenmuskulatur ergeben; allein es war mir an den in Rede stehenden Larven unmöglich, diese Anordnung festzustellen. Ich bin desshalb genöthigt, hier schon meine Beobachtungen über die Septenmuskulatur älterer Larven und der ausgebildeten Arachnactis zur Ergänzung heranzuziehen. Wie die Septen der Fig. 6 denen des ausgewachsenen Thieres entsprechen, ergiebt sich aus der Lage der Wachsthumszone, welche sich in Fig. 6 durch Einschaltung zweier neuer Septen zwischen das mit *c*—*c* bezeichnete Paar als hier gelegen kenntlich macht. Daraus folgt, dass das Septenpaar *d*—*d* den Richtungssepten des fertigen Thieres entspricht, während die Septen *a*, *b*, *c* mit den drei dem Richtungsseptenpaar jederseits folgenden Septen zu identificiren sind.

Fertigt man Querschnitte durch das ausgebildete Thier an, so findet man auf beiden Flächen der Stützlamelle eines jeden Septums eine höchstens ganz schwach gefaltete Muskellamelle, und zwar erhält man auf gut orientirten Querschnitten von den Muskelfibrillen beider Seiten Schrägschnitte. Die Fibrillen verlaufen also nicht, wie bei den übrigen Aktinien, auf der einen Seite des Septums longitudinal, auf der anderen transversal, sondern beiderseits schief. Trotzdem ist die Orientirung der beiden Muskellamellen keine gleichsinnige, wie sich schon an Schnitten feststellen lässt. Ist nämlich ein Septum so orientirt, dass der Schnitt die Fibrillen der einen Seite genau quer trifft, so präsentiren sich die der anderen Seite annähernd der Länge nach, woraus sich ergiebt, dass die beiden Fibrillenkomplexe eines jeden Septums sich ungefähr unter einem rechten Winkel kreuzen, dass also die Fasern der einen Seite von einem höheren Punkt des Mauerblattes zu einem tieferen des Schlundrohres ziehen, die der anderen Seite umgekehrt. Verhalten sich in dieser Beziehung alle Septen gleich, so besteht dagegen in der Art und Weise, wie sich diese beiden Verlaufsrichtungen auf die beiden Flächen eines jeden Septums vertheilen, zwischen den Richtungssepten und den übrigen ein Gegensatz. Präparirt man nämlich die Septen an ihren Insertionsstellen vom Mauerblatt und vom Schlundrohr ab und betrachtet dieselben von der Fläche, so zeigt sich, dass an jedem Richtungsseptum die der Medianebene zugewandten Fibrillen von innen oben nach außen unten, jedoch mehr transversal, verlaufen, die abgewandten von außen oben nach innen unten, aber mehr longitudinal. An den folgenden Septen dagegen begegnen wir der umgekehrten Orientirung: die Fibrillen an der dem Richtungsseptum zugewandten Seite ziehen von außen oben nach innen unten, die der entgegengesetzten Seite in einer dazu ungefähr senkrechten Richtung.

Wir haben demnach, wenn wir nur die acht primären Septen in Betracht ziehen, ein die Medianebene begrenzendes (Richtungssepten-) Paar, dessen Muskelorientirung der der drei übrigen Paare entgegengesetzt ist; also genau das gleiche Verhalten, das wir in den kugeligen Larven konstatiren konnten. Es entspricht demnach das Richtungsseptenpaar dem in meinen jüngsten Larven (Taf. XXI, Fig. 2) mit *d*—*d* bezeichneten Septenpaar, und es rechtfertigt sich nun, dass ich dieses Paar oben schon als ventral bezeichnet habe.

Dass die Muskelfibrillen, die wir in den kugeligen Larven als longitudinale angetroffen haben, in der erwachsenen Arachnactis und auch in den von mir untersuchten älteren Larven schräg verlaufen, dürfte wohl auf eine Verschiebung zurückzuführen sein, welche die einzelnen Theile des Larvenkörpers bei ihrem Wachsthum und speciell bei der Bildung der Tentakeln erleiden.

Nachdem durch diese Abschweifung die Beziehungen zwischen meinen jüngsten Larven und jenen, welche bereits sechs lange Arme besitzen, klargestellt worden sind, können wir zur Betrachtung dieser letzteren zurückkehren. Wie Fig. 6 (Taf. XXI) lehrt, entspringen die sechs großen Randtentakel aus den sechs paarigen der acht primären Interseptalräume, während die beiden unpaaren sich abweichend verhalten. Das ventrale Fach, also das zwischen den Richtungssepten (*d*—*d*) gelegene, ist gänzlich tentakellos, das dorsale ist durch das Auftreten zweier neuer Septen in drei Fächer zerlegt worden, von denen die beiden seitlichen in Form kleiner Aussackungen die Anlagen eines siebenten und achten Tentakels erkennen lassen. Von diesen ist der rechte etwas größer als der linke, und dieses Voranschreiten der rechten Seite wiederholt sich bei der Bildung aller weiteren Tentakel.

Die annähernd gleiche Größe der sechs primären Tentakel verhindert einen Schluss auf die Reihenfolge, in der dieselben entstanden sind, und würde noch am ehesten dafür sprechen, dass dieselben alle gleichzeitig sich entwickelt haben. A. Agassiz (1), der die jüngsten mit Tentakeln ausgestatteten Arachnactislarven beobachtet hat, beschreibt und zeichnet an seinen jüngsten Stadien nur vier Randtentakel; allein seine Angaben sind nicht ausführlich genug, um zu entscheiden, aus welchen Interseptalräumen dieselben entspringen. Überdies kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die von Agassiz untersuchten Larven einer anderen Art angehören und sich in mancher Hinsicht anders entwickeln als die meinigen.

So fehlt bei meinen Larven der von Agassiz beschriebene und abgebildete kugelige Ballen großer polygonaler Dotterzellen, welcher noch auf Stadien mit 13 Tentakeln nahezu die Hälfte des Leibesraumes ausfüllt und wohl die von mir oben beschriebenen Dotterzellenwülste zwischen den Septen vertritt. Zweitens sind bei den Agassiz'schen Larven die Septen außerordentlich kurz, während bei den meinigen alle älteren Septen bis nahe an das aborale Körperende hinabreichen. Endlich ist an der von dem amerikanischen Forscher beschriebenen Form der unpaare ventrale Tentakel schon auf dem Achtseptenstadium vorhanden, wogegen derselbe an meinen Exemplaren erst entsteht, nachdem bereits 12 Septen gebildet sind. Sonach erscheint es wohl möglich, dass auch in anderen Punkten der Entwicklung Differenzen bestehen, und es ist jedenfalls unthunlich, die Angaben von Agassiz über die Bildung der ersten Tentakel zur Ergänzung meiner Beobachtungen heranzuziehen.

Verfolgt man an Larven des durch Fig. 1, 4 und 6 (Taf. XXI) repräsentirten Stadiums die vorhandenen zehn Septen nach unten, so erkennt man, dass das jüngstgebildete Paar nicht über den Bereich des Schlundrohres nach abwärts reicht, wogegen die acht primären Septen fast bis an das aborale Ende des Leibesraumes vordringen; nur die beiden Richtungssepten stehen schon auf diesem Stadium den übrigen an Länge etwas nach. Die freien Ränder der Richtungssepten und des Paares *c*—*c* ziehen, wie bei den kugeligen Larven ziemlich geradlinig nach hinten; dagegen sind die Ränder der Septen *a* und *b* bereits krausenartig gefaltet, ein Verhalten, das besonders bei der Betrachtung durchsichtiger intakter Larven vom aboralen Pol deutlich wird (Taf. XXI, Fig. 4). Dabei zeigt sich stets, dass die Faltungen des Paares *a—a* etwas stärker entwickelt sind als die des Paares *b—b*, so dass also noch auf diesem Stadium die in meinen jüngsten Larven (Fig. 2) konstatirte relative Mächtigkeit der vier primären Septenpaare sich deutlich erhalten hat. Schon dieses Verhalten allein hätte uns in den Stand gesetzt, anzugeben, wie die Septen der in Fig. 6 und 4 abgebildeten Larven auf die der Fig. 2 zu beziehen sind, wenn nicht durch das Studium des Muskelverlaufs an den Septen der ausgebildeten Arachnactis diese Beziehungen mit noch viel größerer Beweiskraft hätten festgestellt werden können.

Wie oben schon erwähnt, besitzen die in Rede stehenden Larven auf jeder Seite der Mundspalte zwei höckerartige Ausbuchtungen der Körperwand, als Anlagen je zweier Mundtentakel (Taf. XXI, Fig. 4). Der ventrale Tentakelhöcker ist größer als der dorsale, er entspringt aus dem Interseptalraum *ab*, der andere aus dem Fach *bc*. Am Richtungsseptenfach, sowie, was auffallender ist, an den beiden angrenzenden Interseptalräumen, fehlt jede Spur von Mundtentakeln, ein Verhalten, das auch später fortbesteht.

Was die histiologische Struktur der besprochenen Larven betrifft, so zeigt dieselbe mit der der kugeligen Larven eine fast vollkommene Übereinstimmung. Nur die großen Dotterzellenwülste zwischen den Septen sind verschwunden; sie sind offenbar zur Vergrößerung des Körpers, besonders zur Bildung der Tentakel verbraucht worden. An den Septen sind meist beiderseits Muskelfibrillen zu erkennen; doch konnte ich, wie schon oben hervorgehoben wurde, die Verlaufsrichtung derselben nicht eruiren. Die ektodermale Muskulatur der Körperwandung hat gegen früher an Stärke zugenommen und überzieht ziemlich gleichmäßig den ganzen Körper und die Tentakel.

Über die älteren Larven habe ich den von Sars, Agassiz und Vogt gelieferten Angaben nur Weniges hinzuzufügen. Von äußerlich sichtbaren Veränderungen ist hervorzuheben das Auftreten des unpaaren ventralen Randtentakels, der sich an meinen Larven als ganz kleiner Höcker zuerst auf einem Stadium zu erkennen giebt, wo bereits 12 Septen vorhanden sind. Wie auch an den Abbildungen Vogt's zu erkennen ist, bleibt dieser Tentakel noch lange hinter seinen Nachbarn an Größe zurück. Zur Bildung eines unpaaren ventralen Mundtentakels kommt es bei meinen Larven, von denen die ältesten 21 Randtentakel besitzen, nicht, und eben so fehlen Mundtentakel den beiden jederseits an das Richtungsseptenfach angrenzenden Interseptalräumen (Taf. XXI, Fig. 5*a*, *c*). Äußerlich zwar stehen die beiden ersten Mundtentakel häufig so, dass sie eben so gut dem ersten der paarigen Interseptalräume angehören könnten (Fig. 5*c*); allein die Untersuchung an Schnitten ergiebt eine Kommunikation mit dem nächsten Fach. Die Lücke, die durch den Ausfall dreier Tentakel an der ventralen Cirkumferenz des Mundtentakelkranzes hervorgebracht wird, ist auch an den Figuren von Sars (Taf. IV, Fig. 6) und Vogt (Pl. I, Fig. 2 und 3) zu erkennen, ohne jedoch von diesen beiden Autoren genauer untersucht worden zu sein. Aus der Darstellung von Agassiz (p. 528) muss man dagegen schließen, dass an seinen Larven jedem Randtentakel ein Mundtentakel entspricht, dass also auch aus dem Richtungsseptenfach und den beiden angrenzenden Fächern solche entspringen. Es wäre dies ein weiterer Beweis dafür, dass die Agassiz'sche »Arachnactis brachiolata« zum mindesten eine andere Species repräsentirt, als die von Sars, Vogt und mir untersuchten Larven.

Die Verhältnisse an der »Wachsthumszone« sind durch meine Vorgänger zur Genüge aufgeklärt worden. Indem in dem jeweilig unpaaren dorsalen Fach zwei neue Septen entstehen, werden jederseits neue paarige Fächer abgegrenzt, aus denen nun die jüngsten Tentakel hervorsprossen. Sowohl in der Anlage der neuen Septen, als auch in dem ersten Auftreten der neuen Tentakel eilt die rechte Seite der linken merkbar voraus, was schon Vogt richtig erkannt hat, obwohl er, entgegen seiner eigenen Terminologie, die linke Seite vorangehen lässt (p. 10).

An Larven mit 17 Randtentakeln konnte ich zum ersten Mal den Porus terminalis nachweisen (Taf. XXI, Fig. 5*b*).

Von den inneren Umbildungen, welche sich zwischen dem Stadium mit sechs Randtentakeln und meinem ältesten mit 21 vollziehen, ist in erster Linie die Ausbildung der Schlundrinne zu nennen, dadurch hervorgerufen, dass sich der ventrale, zwischen den Septen *a—a* gelegene Theil des Schlundrohres wirklich als Rinne von dem übrigen Theil abhebt und auch durch einen etwas abweichenden Charakter seines Epithels zu dem übrigen Bereich in Gegensatz tritt. Gleichzeitig wächst diese als Schlundrinne differenzirte Partie ziemlich weit über den freien Rand des Schlundrohres nach abwärts vor, wodurch die ohnedies kurzen Richtungssepten ihre freien Ränder fast gänzlich verlieren. Man kann sich diese Verhältnisse, wie auch die Anordnung der übrigen Septen, am besten dadurch zur Anschauung bringen, dass man eine gut ausgedehnte Larve in der dorsalen Mittellinie der Länge nach aufschneidet und ausbreitet. Ein solches Präparat ist in Fig. 3 (Taf. XXI) abgebildet. Hier erkennt man, wie die Schlundrinne, welche den übrigen Theil des Schlundrohres um mehr als das Doppelte an Länge übertrifft, etwa in halber Höhe des Körpers mit konkavem Rande endigt, und wie hier zugleich die beiden Richtungssepten ihr Ende finden.

Für die übrigen Septen ist vor Allem anzuführen, dass in strenger Gesetzmäßigkeit immer ein glattes und ein mit krausenartig gefalteten Mesenterialfilamenten ausgestattetes Septum alterniren (Fig. 3), ein Wechsel ganz entsprechend demjenigen, den A. v. Heider (p. 216) beim Cerianthus zwischen seinen »Filamentsepten« und »Genitalsepten« konstatirt hat. In der That werden auch bei Arachnactis, wie das ausgebildete Thier lehrt, nur die glatten Septen der Larve zu Trägern der Geschlechtsprodukte, die anderen bleiben, wie bei der Larve, reine Filamentsepta. Die Genitalsepta der ausgewachsenen Arachnactis sind in ihrem ganzen Verlauf von echten gefalteten Filamenten frei, doch wird ihr freier Rand, wie auch schon bei der Larve, durch einen vom Schlundrohr sich herabziehenden Ektodermstreifen gebildet, der sich nun von Strecke zu Strecke zu kleinen tentakelartigen Fäden erhebt, den vom Cerianthus her bekannten »Mesenterialfäden« (O. u. R. Hertwig [13] p. 121). Die in Fig. 3 abgebildete Larve zeigt an den Septen *c—c* die erste Anlage dieser Bildungen in Form je eines kleinen Knöpfchens kurz vor der Septenendigung.

Gegen die Wachsthumszone zu nehmen die Septen unserer Larve allmählich an Länge ab. Doch ist jedes glatte (Genital-) Septum länger als das nächst ältere Filamentseptum, so dass nur bei der Betrachtung der gleichartigen Septen eine kontinuirliche Abnahme von der ventralen zur dorsalen Seite zu konstatiren ist. Das in diesem Verhalten sich ausprägende Übergewicht der glatten Septen in Bezug auf die Längenausdehnung tritt beim ausgebildeten Thier noch schärfer hervor, indem hier die Genitalsepten ungefähr fünfmal so lang sind als die Filamentsepten.

Von der beschriebenen Gesetzmäßigkeit in der Septenanordnung machen nun die Septen *a—a* eine Ausnahme, und zwar dadurch, dass sie mit Filamenten ausgestattet sind, obgleich sie ihrer Stellung nach glatte Septen sein müssten. Auch beim ausgewachsenen Cerianthus nehmen bekanntlich die entsprechenden Septen eine solche Ausnahmestellung ein, indem sie als »kontinuirliche Septa« (Heider) im Gegensatz zu allen übrigen bis zum Porus herabreichen.

Dieses abweichende Verhalten des den Richtungssepten benachbarten Paares ist sehr beachtenswerth; es spricht sich darin die entwicklungsgeschichtliche Thatsache aus, dass das für die Ceriantheae charakteristische Bildungsgesetz der Septen nicht von Anfang an herrschend ist, sondern dass die acht primären Septen zunächst in einer Weise ausgebildet werden, welche noch gar nicht auf den späteren

Zustand abzielt. Die zwei dorsalen der vier primären Septenpaare (*b* und *c*) fügen sich bei der weiteren Entwicklung der neuen Gruppirung, dagegen ist das Paar *a* als das ursprünglich stärkere und demgemäß frühzeitig mit Filamenten ausgestattete Septenpaar (Taf. XXI, Fig. 2 u. 4) nicht im Stande, sich dieser neuen Ordnung anzupassen; es bewahrt sich dauernd seine Sonderstellung.

Zum Schluss mag noch eine Eigenthümlichkeit erwähnt werden, welche sowohl bei den älteren Larven, als auch bei unserem ausgewachsenen Arachnactis-Exemplar zu konstatiren ist. An allen Larven nämlich, deren Körper sehr stark kontrahirt ist, sind sämmtliche Randtentakel, mit Ausnahme der allerjüngsten, abgerissen, und zwar ganz scharf an ihrer Ursprungsstelle, wo sich nun ein meist viereckiges Fenster zeigt (Taf. XXI, Fig. 5 *b*, *c*). Die Bilder, die auf diese Weise zu Stande kommen, haben etwas so Regelmäßiges, dass man den Verlust der Tentakel als einen physiologischen Vorgang ansehen möchte, wenn eben nicht die gleichalterigen ausgedehnten Exemplare ihre Randtentakel besäßen. Ganz ähnlich wie an der in Fig. 5 abgebildeten Larve sind an unserem ausgebildeten Exemplar alle Randtentakel bis auf einige wenige abgestoßen.

B. Hexactiniae.

Man betrachtete bekanntlich früher die Hexaktinien als streng sechsstrahlig radiäre Thiere, und es schien keinem Zweifel zu unterliegen, dass die einzelnen Septenpaare eines jeden Cyklus einander vollständig gleichwerthig seien und auch gleichzeitig entständen. Um so überraschender war die Entdeckung Lacaze-Duthiers', dass die 12 primären Septen nicht zur gleichen Zeit und nicht in Paaren so wie sie später zusammengruppirt sind, auftreten, sondern nach einem Modus, welcher der Larve einen bilateral-symmetrischen Bauplan mit differenter Rücken- und Bauchseite aufprägt. Lacaze-Duthiers (18) beschreibt die Entstehungsfolge der Septen für drei verschiedene Formen, nämlich für Actinia mesembryanthemum, Sagartia bellis und Bunodes gemmacea übereinstimmend in folgender Weise (vgl. Schema Fig. III, Taf. XXIII) wo die Zahlen die Reihenfolge angeben, in welcher die Septen sich entwickelt haben). Zuerst bilden sich gleichzeitig zwei Septen, welche den Leibesraum in eine größere und eine kleinere Kammer zerlegen. Ich bezeichne aus Gründen, die sich unten ergeben werden, die erstere als dorsal, die letztere als ventral. In der dorsalen Kammer entsteht nun ein zweites Septenpaar, so dass der Körper jetzt in vier Kammern, eine dorsale, eine ventrale und zwei seitliche abgetheilt ist. Das dritte Septenpaar entsteht in dem ventralen Fach, die Septen des vierten

Paares bilden sich jederseits zwischen Septum 1 und 2. Auf diesem Stadium mit acht Septen verharrt die Larve längere Zeit, worauf dann ziemlich gleichzeitig die Septen des fünften und sechsten Paares auftreten, die ersteren dorsal, die letzteren ventral an die beiden primären Septen angrenzend. Jetzt erst egalisiren sich die Septen und ordnen sich zu den sechs Paaren des primären Cyklus, wobei von den ursprünglichen, bilateral-symmetrisch angelegten Paaren nur das dorsalste und das ventralste (zwei und drei) als definitive Paare erhalten bleiben, während im Übrigen eine Umgruppirung statthat, derart, dass jedes Septum 1 mit dem angrenzenden Septum 6, jedes Septum 4 mit dem benachbarten Septum 5 zu einem neuen Paare vereinigt wird.

Die eingehenden und sorgfältigen Untersuchungen Lacaze-Duthiers' schienen sich jedoch zunächst nicht zu bestätigen. Kurze Zeit nach ihm hat Kowalevsky (17) sich mit der Entwicklung der Aktinien beschäftigt, und seine Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf eine nicht näher bestimmte Art, welche jedoch der von Lacaze-Duthiers untersuchten Actinia mesembryanthemum am nächsten steht. Für die sechs ersten Septen stimmen die Angaben Kowalevsky's mit denen des französischen Forschers überein, dagegen lässt er die Septen 7 und 8 nicht paarig, sondern das eine in der dorsalen, das andere in der ventralen Mittellinie entstehen, worauf sich die folgenden Septen in ziemlich unregelmäßiger Weise anlegen sollen.

Zu abermals abweichenden Resultaten gelangten die Gebrüder Hertwig (13) bei Adamsia diaphana. Obgleich die Larven, welche zur Untersuchung dienten, schon die Septen des zweiten Cyklus in erster Anlage erkennen ließen, gestatteten Gruppirung und Größenverhältnisse der 12 primären Septen doch noch so viel auszusagen, dass die Reihenfolge, in der diese letzteren hier entstanden waren, weder mit den Angaben Lacaze-Duthiers', noch mit denen Kowalevsky's zu vereinigen sei. Es waren zwar, entsprechend einem bestimmten Stadium des von Lacaze-Duthiers beschriebenen Entwicklungsganges, acht stark entwickelte Septen vorhanden, welche das Schlundrohr erreichten und bereits stark gefaltete Muskellamellen trugen, und vier schwache, welche als kurze Leistchen kaum die des zweiten Cyklus an Stärke übertrafen; allein die Stellung dieser acht starken und vier schwachen Septen zu einander ist in den beiden Fällen eine ganz andere, so dass dem Lacaze-Duthiers'schen Paar 1, also dem stärksten, bei Adamsia diaphana zwei schwache Septen entsprechen, umgekehrt dem Lacaze-Duthiers'schen Paar 6 zwei starke.

In einer im Jahre 1883 erschienenen populär gehaltenen Abhandlung über Aktinienentwicklung hält Lacaze-Duthiers (19) seine früheren Angaben vollkommen aufrecht und vertheidigt dieselben gegen die abweichenden Angaben Kowalevsky's. In der That lässt sich nach der schon in der ersten Abhandlung gelieferten detaillirten Beschreibung und den beigegebenen Abbildungen nicht bezweifeln, dass Lacaze-Duthiers von Anfang an im Rechte war, und dass darum wohl die Angaben Kowalevsky's, da sie sich ja auf eine nächstverwandte, wenn nicht die nämliche Art beziehen, entweder irrthümlich sind oder auf einer Abnormität beruhen.

Die Mittheilungen, die seit dieser Zeit über Entwicklung der Hexaktinien gemacht worden sind, rühren von Haddon (10), Playfair McMurrich (20) und G. Y. and A. F. Dixon (6) her. Die Beobachtungen dieser Autoren, die an drei verschiedenen Gattungen (Halcampa, Aulactinia und Bunodes) angestellt worden sind, erstrecken sich nur auf Stadien, in welchen bereits die 12 primären Septen vorhanden waren, und bestätigen, so weit sie reichen, in übereinstimmender Weise die Darstellung Lacaze-Duthiers'. Denn die Entwicklungsstufen, welche in den drei citirten Arbeiten beschrieben und abgebildet werden, sind — obgleich dies nicht erwähnt wird — identisch mit dem von dem französischen Forscher in seiner Fig. 19 (Pl. XII) wiedergegebenen Stadium, auf welchem die acht primären Septen das Schlundrohr erreichen, während das fünfte und sechste Paar als schwache Leisten dorsal- und ventralwärts vom ersten Paar hervorsprossen. Liegt somit, hinsichtlich des Thatsächlichen, der Werth der drei letztgenannten Untersuchungen wesentlich darin, dass sie die Gültigkeit des Lacaze-Duthiers'schen Entwicklungstypus für eine Anzahl neuer Gattungen und Arten feststellen, so gestattete doch die mittlerweile bekannt gewordene Septenanordnung der Edwardsien, in diesem ontogenetischen Befund eine bedeutsame Beziehung aufzudecken. Beachtet man nämlich den Muskelverlauf an den acht primären Septen Lacaze-Duthiers' — gleichgültig, ob derselbe zur Zeit des alleinigen Bestehens dieser Septen schon nachweisbar ist oder erst später hervortritt —, so ergiebt sich, dass derselbe mit dem der Edwardsien übereinstimmt. Sowohl Haddon und Dixon, als auch Playfair McMurrich haben diese Beziehung richtig erkannt.

Wie diese Übersicht über die bis jetzt vorliegenden Beobachtungen ergiebt, stehen sich in der Entwicklung der Hexaktinien jedenfalls und mindestens zwei verschiedene Typen gegenüber: der zuerst von Lacaze-Duthiers festgestellte und derjenige, den die Gebrüder Hertwig bei Adamsia diaphana konstatirt haben. Und meine eigenen, im Folgenden mitzutheilenden Beobachtungen bestätigen von Neuem die Existenz dieser beiden differenten Entwicklungsmodi in der so gleichartigen und scharf charakterisirten Aktiniengruppe. Ich bezeichne den von Lacaze-Duthiers entdeckten Typus als den bilateralen, den von O. und R. Hertwig aufgefundenen als den zweistrahligen.

a. Bilateraler Entwicklungstypus.

Unter den von mir untersuchten Hexaktinienlarven sind fünf verschiedene Formen, welche in der Entwicklungsweise ihrer Septen dem von Lacaze-Duthiers entdeckten Modus folgen. Leider kann ich nur für eine davon mit Sicherheit die Species: Cereactis aurantiaca, angeben. Ich verdanke die Larven dieser Aktinie der Freundlichkeit des Herrn Konservator S. Lo Bianco in Neapel, dem ich dafür auch hier meinen Dank ausspreche. Ich beschränke mich darauf, die Verhältnisse, die ich bei dieser Species gefunden habe, etwas genauer zu beschreiben, um dann nur noch auf einige Abweichungen hinzuweisen, welche die nicht bestimmbaren Formen darbieten.

1) Cereactis aurantiaca.

Obgleich sich in dem mir vorliegenden Material einige sehr frühe Stadien befinden, nämlich solche, in denen Septen überhaupt noch fehlen, und andere mit dem ersten Septenpaar, vermag ich doch über die Entstehungsfolge der acht primären Septen keine Angaben zu machen, da mir zwischen dem zuletzt erwähnten Stadium und dem mit acht wohl entwickelten Septen die nöthigen Zwischenstufen fehlen. Ich wende mich desshalb sogleich zu der Beschreibung derjenigen Larven, in denen schon vier Septenpaare vorhanden sind.

Von einer der jüngsten derselben stammen die beiden Querschnitte (Taf. XXII, Fig. 14 *a* und *b*), der erstere durch das Schlundrohr geführt, der letztere tiefer unten. Die Larve war vollkommen kugelig, ohne eine Spur von Tentakeln, die Mundöffnung erschien als ein kleines, nahezu kreisrundes Loch. Wie Fig. 14 *a* lehrt, erreichen sämmtliche acht Septen das Schlundrohr (am Septum 2 links [bei x] ist das Septalstoma getroffen). Das Schlundrohr ist deutlich nach einer Richtung in die Länge gezogen und zu der hierdurch bestimmten Medianebene sind die Septen — jederseits vier — symmetrisch angeordnet.

Diese bilaterale Symmetrie erhält sich auch unterhalb des Schlundrohres, wie Fig. 14 *b* erkennen lässt, die eben so orientirt ist, wie *a*. Hier kann man nun zunächst das erste Septenpaar (1—1) bestimmen, das sowohl durch Größe als auch durch den Besitz von Mesenterialfilamenten ausgezeichnet ist. Dieses Paar theilt den Leibesraum, ganz entsprechend der Beschreibung Lacaze-Duthiers', in eine größere (dorsale) und eine kleinere (ventrale) Kammer, von denen die erstere zwei Septenpaare, die letztere eines enthält. Ich habe diese drei jüngeren Paare, welche viel kürzer sind als das erste und noch ohne Filamente, so bezeichnet, wie sie nach den Beobachtungen Lacaze-Duthiers' in ihrer Entstehung auf einander folgen; ob sie in meinem Fall sich wirklich in dieser Reihenfolge entwickelt haben, muss ich dahingestellt sein lassen.

Von Muskelfibrillen lässt sich auf dem vorliegenden Stadium noch nichts erkennen. Der ganze entodermale Hohlraum des Körpers ist mit körniger Dottersubstanz ausgefüllt.

Wie außerordentlich lange die Larven auf dem Achtseptenstadium verharren, das zeigt ein Blick auf Taf. XXII, Fig. 15, welche bei der gleichen Vergrößerung gezeichnet ist, wie Fig. 14. Es sind zwar in dieser Figur die Septenpaare 5 und 6 in ganz schwachen Anfängen vorhanden; allein ich habe mehrere Larven von gleicher Größe und selbst größere geschnitten, welche noch keine Spur von diesen vier Septen erkennen lassen.

Die Larven von dem Stadium der Fig. 15 sind die ältesten, die mir zur Verfügung stehen. Je nach dem Kontraktionszustand zeigen dieselben sehr verschiedene Größe und wechselndes Aussehen. In Taf. XXII, Fig. 13 habe ich eine solche Larve bei zehnmaliger Vergrößerung abgebildet. Man erkennt im Umkreis der ovalen Mundöffnung die Anlagen von acht Tentakeln in bilateral-symmetrischer Anordnung: zwei unpaare und sechs paarige. Die bilaterale Symmetrie kommt besonders darin zum Ausdruck, dass von den paarigen Tentakelanlagen ein Paar, welches dem einen unpaaren Tentakel angrenzt, beträchtlich schwächer entwickelt ist, als alle übrigen. Wie Schnitte lehren, entspringt dieses Paar aus den von den Septen 2 und 4 jederseits gebildeten Interseptalräumen. — Die Fußscheibe ist auf diesem Stadium noch nicht gebildet, vielmehr ist der aborale Pol gewöhnlich stumpf konisch.

Die acht primären Septen verhalten sich im Wesentlichen noch eben so wie auf dem Stadium der Fig. 14. Noch immer übertrifft das erste Paar die drei anderen, die unter einander ziemlich gleich weit entwickelt sind, beträchtlich an Mächtigkeit; noch immer ist dieses Paar allein mit Mesenterialfilamenten ausgestattet. Betrachtet man die Septenquerschnitte unter starker Vergrößerung, so kann man an der einen Seite der Stützlamelle in Form zarter Punkte die ersten Längsmuskelfasern nachweisen, welche nach dem Edwardsia-Typus angeordnet sind, in der Weise, dass die Fibrillen der Septen 1, 4, 2 denen der Septen 3 entgegengesetzt orientirt sind.

Wie aus diesem »Edwardsiastadium« der Hexaktinientypus hervorgeht, lehren uns die Ursprungsstellen der Septenpaare 5 und 6, welche wir in Fig. 15 in ihrer allerersten Anlage antreffen. In jedem der vier Fächer nämlich, welche an die beiden Septen 1 angrenzen, erhebt sich die Stützlamelle des Mauerblattes zu einer zarten Leiste, welche in das Entoderm hineinragt, aber noch keine Hervorwölbung desselben bedingt. Diese vier Leistchen, die man, ohne sie an diesen Stellen zu suchen, kaum wahrnehmen würde, repräsentiren das 5. und 6. Septenpaar, deren Anlage also genau mit den Angaben Lacaze-Duthiers' übereinstimmt.

Wie sich die nun vorhandenen 12 Septen später zu Paaren gruppiren, bedarf keiner Erörterung.

2) Nicht bestimmbare Formen.

Unter diesen sind eine Anzahl Larven, welche Herr Professor R. Hertwig vor längeren Jahren bei einem Aufenthalt in Messina dem Mutterthier entnahm und in Osmiumsäure konservirte. So weit Herr Professor Hertwig sich erinnert, stammen dieselben von einer Bunodesart, womit auch die Beschreibung stimmt, die Lacaze-Duthiers von seinen Bunodeslarven gegeben hat.

Die Stadien, die mir von diesen Larven zur Verfügung stehen, entsprechen ungefähr jenen, die ich von Cereactis aurantiaca beschrieben habe. Ich gebe in Taf. XXI, Fig. 8 einen Querschnitt durch eine Larve, in welcher die acht primären Septen das Schlundrohr erreichen, während das fünfte und sechste Paar noch ziemlich schwach entwickelt sind. An den acht starken Septen erkennt man schon bei mäßiger Vergrößerung die Anordnung der Muskulatur nach dem Edwardsiatypus; die Septen 1 sind dadurch ausgezeichnet, dass ihre Muskellamelle beträchtlich stärker gefaltet ist, als die der drei anderen Paare.

* * *

Von den drei übrigen nicht bestimmbaren Formen verdient nur eine noch kurze Erwähnung. Bei einem Aufenthalt an der Zoologischen Station zu Neapel während der Wintermonate 1888 fand ich im pelagischen Auftrieb mehrmals kugelige Larven von 1,5 bis 2 mm Durchmesser, welche in der Entwicklung ihrer Septen annähernd auf dem Stadium der in Fig. 8 abgebildeten Larve stehen, also acht starke und vier schwache Septen in der Anordnung des bilateralen Typus aufweisen. Während aber bei allen meinen anderen Larvenformen dieses Typus, wie auch bei den von Lacaze-Duthiers am genauesten studirten Larven der Actinia mesembryanthemum, auf diesem Stadium das erste Septenpaar sowohl durch Stärke, wie auch durch den alleinigen Besitz von Mesenterialfilamenten, von den drei anderen Paaren deutlich unterschieden und ausgezeichnet ist, zeigt sich bei den in Rede stehenden Larven das Lacaze-Duthiers'sche Paar 4 ganz genau eben so hoch entwickelt, eben so stark, lang und in gleicher Weise mit Mesenterialfilamenten besetzt, wie das Paar 1, wogegen die Paare 2 und 3, unter sich ziemlich gleich, viel schwächer sind und noch ohne jede Spur von Filamenten.

Man muss also entweder annehmen, dass das Paar 4 sich beträchtlich rascher entwickelt als die beiden vorhergehenden Paare, und dass es auf diese Weise das Paar 1 sehr bald einholt, oder man muss zu der Annahme greifen, dass dieses Paar hier nicht erst an vierter Stelle gebildet wird, sondern früher, etwa gleichzeitig mit dem ersten Paar. Und da nun bei dem zweistrahligen Typus das Lacaze-Duthiers'sche Paar 4 von Anfang an mit zu den stärksten und also sicherlich ältesten gehört, so ließe sich das beschriebene Verhalten im Sinne eines Überganges zwischen den beiden Typen auffassen. Ohne auf diese vereinzelte Beobachtung weiteren Werth legen zu wollen, glaube ich in derselben doch einen entschiedenen Hinweis dafür sehen zu müssen, dass die Entwicklung der Hexaktinien nicht scharf an die beiden bis jetzt erforschten Typen gebunden sein dürfte, und dass besonders vermittelnde Entwicklungsweisen noch aufgefunden werden könnten. Eine Bestätigung dieser Anschauung finde ich in der jüngst erschienenen schönen Arbeit von H. V. Wilson (24) über die Entwicklung von Manicina areolata, einer Koralle aus der Familie der Astraeiden, für welche der amerikanische Forscher den Nachweis führt, dass das Lacaze-Duthiers'sche Paar 4 schon an zweiter Stelle, das Paar 2 erst an vierter gebildet wird, worauf die weitere Entwicklung in typischer Weise vor sich geht.

b. Zweistrahliger Entwicklungstypus.

Die Larven dieses Typus, welche mir zur Untersuchung dienten, konnten leider nicht bestimmt werden. Dieselben fanden sich zwischen Bryozoenstöckchen auf einigen Exemplaren von Cionia intestinalis aufsitzen, welche aus der Zoologischen Station zu Neapel stammen. Die jüngste Larve, die ich gefunden habe, ist in Fig. 10 (Taf. XXII) abgebildet. Der Körper ist stark ausgedehnt und in Folge dessen ziemlich durchsichtig. Er ist langgestreckt sackförmig und noch ohne scharf abgesetzte Fußscheibe. Trotz des frühen Stadiums trägt die Larve doch bereits 20 Tentakel von verschiedener Größe. Die Mundscheibe sammt den Tentakeln ist, offenbar in Folge Kontraktion der Septenmuskulatur, stark eingezogen, so dass die Tentakel eine Strecke weit von einer wallartigen Duplikatur des Mauerblattes umschlossen sind. Das

Schlundrohr ist von mäßiger Länge und in quere Falten gelegt. An dasselbe sieht man vier gleich stark entwickelte Septen herantreten, die an ihren freien Rändern mit ziemlich starken Mesenterialfilamenten besetzt sind. Vier weitere schwächere Septen, die ebenfalls das Schlundrohr erreichen, aber noch keine Mesenterialfilamente tragen, waren an der intakten Larve nicht zu erkennen. Die ältesten Larven, die ich fand, zeigten in allen Stücken den Habitus einer typischen Hexaktinie: cylindrisches Mauerblatt, deutlich abgesetzte Fußscheibe und eine spaltförmige Mundöffnung mit opponirten Schlundrinnen.

Querschnitte durch die beschriebene jüngste Larve ergaben folgende Resultate. Das Schlundrohr ist bereits stark komprimirt (Taf. XXII, Fig. 9 *a*) und zeigt im Durchschnitt annähernd die Form eines Rechteckes, dessen längere Seite die kürzere um etwa das Fünffache übertrifft. Zwischen Mauerblatt und Schlundrohr sind acht Septen ausgespannt, und mehr sind im Bereich des Schlundrohres überhaupt nicht vorhanden. Diese acht Septen sind bereits deutlich paarweise gruppirt, also zu vier Paaren, deren gedachte Mittelpunkte an vier um 90° von einander entfernten Punkten der Peripherie liegen. Je zwei opponirte Paare zeigen gleiche Muskelanordnung und Entwicklungshöhe. Die zwei schwächeren Paare setzen sich an die Schmalseiten des Schlundrohres an; sie besitzen abgewandte Längsmuskeln. Die stärkeren Paare inseriren sich an die breiten Flächen des Schlundrohres, so, dass jede dieser Seiten durch die beiden Insertionslinien in drei etwa gleich breite Abschnitte zerlegt wird. Diese beiden Paare tragen zugewandte Längsmuskeln. Außerdem zeigen sich auf Schnitten, welche dem freien Rand des Schlundrohres sich nähern, an diesen Septen mächtige Zellenwülste zwischen der Muskelschicht und der Insertion am Schlundrohr, Ektodermderivate, welche vom Schlundrohr her sich auf die Septen umschlagen und sich weiter unten auf die Mesenterialfilamente fortsetzen.

Verfolgt man die Septen auf Querschnitten über den freien Rand des Schlundrohres nach abwärts, so tritt die Differenz in der Entwicklungshöhe der einzelnen Septenpaare noch weit deutlicher hervor (Fig. 9 *b*). Die beiden Paare mit zugewandten Längsmuskeln tragen stark gefaltete Mesenterialfilamente und springen weit ins Innere vor. Die vier anderen Septen sind ohne Spur von Mesenterialfilamenten, wenig vorspringend und mit schwach entwickelter Muskulatur ausgestattet.

Zwischen den beiden Septen des einen starken Paares zeigt sich an den tieferen Schnitten die Anlage eines neuen Paares in Gestalt kleiner Höckerchen, die bereits einen Fortsatz der Stützlamelle enthalten

(Fig. 9 *b*). Von einem entsprechenden Septenpaare auf der anderen Seite war in dieser jüngsten Larve noch nichts zu erkennen.

Über die Werthigkeit der einzelnen Septen kann schon auf diesem Stadium kein Zweifel mehr bestehen. Die beiden an die Schmalseiten des Schlundrohres tretenden Paare mit abgewandten Längsmuskeln sind die Richtungssepten. Jedes der vier anderen starken Septen giebt das Verhältnis zu seinem Partner auf und gruppirt sich mit einem der erst auf einer Seite angelegten neuen Septen zu einem Paar mit zugewandter Muskulatur um, wodurch die sechs primären Paare des Hexaktinienkörpers in typischer Weise fertiggestellt werden.

In Fig. 12 (Taf. XXII) ist ein Querschnitt durch eine etwas ältere Larve dargestellt, der durch die aborale Körperregion, ganz nahe der Fußscheibe, geführt ist. Man erkennt sofort an ihrer besonderen Größe die vier primären Septenpaare, von denen jene beiden, welche zugewandte Längsmuskeln besitzen, je ein kleines Septenpaar mit abgewandten Längsmuskeln zwischen sich fassen: die letzten Septen des I. Cyklus. Außerdem finden sich bereits vier Paare des II. Cyklus angelegt, und zwar diejenigen, welche an die Richtungsseptenpaare angrenzen.

Meiner ältesten Larve entstammt der in Fig. 11 (Taf. XXII) wiedergegebene Schnitt. Hier zeigt sich nun das typische Bild der Hexaktinienorganisation, indem die 12 Septen des ersten Cyklus sich ziemlich egalisirt und zu sechs Paaren — zwei mit abgewandten, vier mit zugewandten Längsmuskeln — gruppirt haben. Doch sind die beiden Septen der vier letztgenannten Paare noch immer von etwas ungleicher Stärke, so dass sich also noch auf diesem Stadium ihr verschiedenes Alter ausprägt. Die 12 Septen des zweiten Cyklus sind sämmtlich vorhanden, aber verschieden stark entwickelt; vier Paare, nämlich diejenigen, welche auf dem Stadium der Fig. 12 allein vorhanden sind, lassen bereits ihre Muskelanordnung erkennen, die beiden anderen sind beträchtlich schwächer. Mit diesen letzteren fast von gleicher Entwicklungshöhe finden wir acht Septenpaare des dritten Cyklus vor, welche jederseits an die vier stark entwickelten Paare des zweiten Cyklus angrenzen.

In dem betrachteten Entwicklungsgang ist auffallend, wie von dem frühesten Stadium an die von den beiden starken Septenpaaren gebildeten Interseptalräume — ich will dieselben kurz als die transversalen bezeichnen — gegen alle übrigen Sektoren im Rückstand sind, in der Weise, dass immer von dem jeweilig jüngsten Cyklus die in diesen Räumen zu erwartenden Paare fehlen. Oder mit anderen Worten: wenn in den transversalen Räumen neue Septenpaare sich zeigen, treten im übrigen Bereich schon die Paare des nächsten Cyklus auf. Die Fig. 9, 12 und 11 machen dieses Verhalten anschaulich. In Fig. 9 *a* fehlt zwischen den beiden starken Septen jederseits das letzte Paar des ersten Cyklus, in Fig. 12 vermissen wir an gleicher Stelle das letzte Paar des zweiten Cyklus, in Fig. 11 endlich mangeln in jedem transversalen Raum die beiden hierher gehörigen Paare des dritten Cyklus. Die verspätete Anlage der Septen an dieser Stelle hat dann weiterhin zur Folge, dass von jedem vollständigen Cyklus die in den transversalen Räumen gelegenen Paare schwächer entwickelt sind als alle übrigen, und kaum stärker als die zuerst entstehenden Paare des nächsten Cyklus. Doch gilt der letzte Theil dieses Satzes nur für das Verhältnis zwischen dem zweiten und dritten Cyklus.

Der Modus der Septenentwicklung, der nach dem Gesagten bei diesen Larven vorliegt, scheint von allem bisher Bekannten abzuweichen. Denn wenn auch überall die Septen des ersten Cyklus nacheinander entstehen und sich erst später egalisiren, so treten doch, so weit bekannt, alle Paare der folgenden Cyklen gleichzeitig auf. Und dass nicht etwa das besprochene Verhalten eine allgemeine Eigenthümlichkeit des zweistrahligen Entwicklungstypus ist, erkennen wir aus den bei O. und R. Hertwig abgebildeten Querschnitten durch die Larven von Adamsia diaphana (Taf. I, Fig. 3 und 4), wo in allen sechs primären Zwischenfächern ganz gleichmäßig je ein Paar des zweiten Cyklus entwickelt ist.

Es lässt sich nun nicht sagen, ob die bei meinen Larven konstatirte zeitliche Verschiebung in der Septenentstehung später korrigirt wird, oder ob sie erhalten bleibt. Ich bin jedoch aus Gründen, die ich im zweiten Theil erörtern werde, geneigt, das Letztere anzunehmen, indem sich auf solche Weise die Möglichkeit eröffnet, eine bisher in ihrer Stellung unklare Form (Tealia) von den typischen Hexaktinien abzuleiten.

Zum Schluss habe ich noch mit ein Paar Worten des Verhältnisses zu gedenken, in welchem der beschriebene Entwicklungsgang zu dem Lacaze-Duthiers'schen Typus steht. Meine jüngsten Larven setzen mich in den Stand, den Gegensatz zwischen beiden Entwicklungsweisen noch schärfer zu formuliren, als dies auf Grund der Hertwig'schen Befunde bei Adamsia diaphana möglich war. Denn da in der jüngsten Adamsialarve dieser Autoren die 12 primären Septen bereits sämmtlich vorhanden waren, so wäre es noch immer denkbar, dass sich dieselben zuerst in der Lacaze-Duthiers'schen Reihenfolge, also bilateralsymmetrisch, angelegt hätten, dass aber dann sehr rasch ältere Septen von jüngeren im Wachsthum überholt worden wären und dadurch sich erst sekundär die zweistrahlige Anordnung herausgebildet hätte.

Diese Annahme lässt sich nun für meine jüngste Larve (Fig. 9 *a* u. *b*) mit Sicherheit ausschließen. Denn hier bestehen erst acht, bereits hoch entwickelte Septen, und wenn auch im hintersten Abschnitt des Körpers auf der einen Seite zwei weitere Septen in Form niedriger Leistchen angelegt sind, so beweist doch das Fehlen dieser Septen auf der anderen Seite, dass es sich hier um eine jüngste Anlage handelt. Die acht großen Septen sind also jedenfalls die ältesten. Wie ein Vergleich mit dem Schema Fig. III (Taf. XXIII) ergiebt, entsprechen dieselben den LACAZE-DUTHIERS'schen Paaren 2, 4, 6 und 3, während die in Fig. 9 *b* neu angelegten Septen einem Septum 1 und 5 des bilateralen Typus homolog sind. Es entsteht also in meinen Larven das bei dem bilateralen Typus erste und lange Zeit mächtigste Septenpaar erst auf einem Stadium, wo bereits acht andere Septen hoch entwickelt sind, und unter diesen auch jene beiden, welche bei dem LACAZE-DUTHIERS-schen Modus als die letzten gebildet werden.

Hier kann also von einer Vereinigung keine Rede sein; man mag die Entstehungsfolge der vier ersten Paare, über die mir kein sicheres Urtheil möglich ist, annehmen wie man will: die angeführten Differenzpunkte lassen sich nicht beseitigen. Darf man aber aus der relativen Größe der einzelnen Septen Schlüsse ziehen, so ergiebt sich nachstehende Reihenfolge: Zuerst (wohl gleichzeitig) entstehen die LACAZE-DUTHIERS'schen Paare 4 und 6, dann die Paare 2 und 3, endlich jederseits ein aus einem Septum 1 und 5 zusammengesetztes Paar.

C. Edwardsiae.

Im Auftrieb des Golfes von Neapel fand ich im Januar 1888 mehrmals kleine kugelige Aktinienlarven von 0,7—1 mm Durchmesser, welche acht in ziemlich gleichmäßigen Abständen von einander gestellte, das Schlundrohr erreichende Septen besaßen und sowohl in der Gestaltung des Schlundrohres, als auch in Folge der besonders starken Entwicklung zweier Septen eine deutliche bilaterale Symmetrie zur Schau trugen. Ich habe in Fig. 16 (Taf. XXII) eine solche Larve bei durchfallendem Licht gezeichnet; die ganze Architektonik ließ mich zunächst kaum zweifeln, dass ich eine nach dem bilateralen Typus sich entwickelnde Hexaktinienlarve auf dem Edwardsiastadium vor mir hätte (vgl. Fig. 14 *a*, *b*). Allein die Züchtung einiger von diesen Larven, welche drei Monate lang fortgesetzt wurde, belehrte mich eines Anderen: die über einen Centimeter langen jungen Aktinien, die sich aus meinen Larven entwickelten, dokumentirten sich sowohl äußerlich, als auch in ihrer Anatomie als unzweifelhafte Edwardsiae. In Färbung und Zeichnung stimmten dieselben mit Edwardsia Claparèdii überein, doch waren nur acht Tentakel vorhanden, was wohl auf Rechnung des jugendlichen Alters zu setzen ist.

Wenn nun auch in den erwähnten jüngsten Larven schon alle Septen des ausgewachsenen Thieres vorhanden sind und damit die Entwicklung des Typus bereits abgeschlossen ist, so zeigt sich an den Larven doch noch eine der Erwähnung werthe, später verschwindende Eigenthümlichkeit. Es ist dies die bevorzugte Stellung der beiden dem einen Richtungsseptenpaar benachbarten Septen, indem diese nicht nur an Länge die übrigen übertreffen, sondern auch allein mit Mesenterialfilamenten ausgestattet sind (Fig. 16). Wir begegnen hier also der gleichen Erscheinung, wie bei den nach dem bilateralen Typus sich entwickelnden Hexaktinien, und dass es wirklich hier, wie dort, das gleiche Septenpaar ist, welches den übrigen so lange Zeit in der Entwicklung vorausgeht, ließ sich durch Prüfung der Muskelanordnung bei der in Fig. 16 abgebildeten Larve mit Sicherheit feststellen.

II. Abschnitt.

Schon aus der vorstehenden Beschreibung meiner Beobachtungen ist wohl ersichtlich, welche phylogenetischen Schlüsse aus denselben gezogen werden sollen. Wenn ich sowohl in der Entwicklung von Arachnactis, als auch in derjenigen gewisser Hexaktinien von einem »Edwardsiastadium« sprach, so will ich damit ausdrücken, dass ich die beiden Abtheilungen der Ceriantheae und Hexactiniae von Edwardsia-artigen Thieren ableite. Diese Anschauung soll im Folgenden näher begründet werden, zunächst für die Ceriantheae.

Die Ceriantheae zeigen im ausgebildeten Zustande mit den Edwardsien verschiedene wichtige übereinstimmende Merkmale: biologisch das Leben im Sand ohne Anheftung auf eine feste Unterlage, anatomisch den Mangel der Fußscheibe, sodann den in beiden Gruppen vorkommenden doppelten Tentakelkranz, in der Weise, dass aus jedem Interseptalraum zwei Tentakel entspringen, endlich als das Wichtigste die bilaterale Symmetrie des Körpers und den Mangel der paarweisen Zusammenordnung je zweier benachbarter Septen. Auch ist vielleicht die schleimige Hülle, welche die Ceriantheae um sich bilden, dem Periderm des Edwardsiascapus vergleichbar. Auf Grund dieser gemeinsamen Eigenthümlichkeiten wurden die beiden Gruppen schon von verschiedenen Autoren als verwandt aufgefasst, figurirt doch sogar der Cerianthus bei verschiedenen älteren Autoren unter dem Genus Edwardsia.

Allein ein tieferes Eindringen in die Bauverhältnisse beider Formen schien der Annahme einer näheren Verwandtschaft zwischen denselben nicht günstig zu sein. Man fand bei den Edwardsiae die Zahl der Septen streng auf acht fixirt, bei den Ceriantheae dagegen mit dem Wachsthum des Körpers immer mehr zunehmend, über 100 ansteigend und, allem Anschein nach, ohne bestimmte obere Grenze. Man fand weiterhin an den Edwardsiasepten eine charakteristische Muskelanordnung: an jedem Septum einerseits transversale, andererseits longitudinale Fasern in gesetzmäßiger, die bilaterale Architektonik des Körpers bedingender Vertheilung, wogegen bei den mit einer mächtigen ektodermalen Längsmuskelschicht ausgestatteten Ceriantheae an den Septen nur spärliche Muskelfibrillen aufgefunden wurden, die nach Heider beiderseits longitudinal, nach O. u. R. Hertwig beiderseits transversal verlaufen sollten. Dadurch musste eine direkte Vergleichbarkeit beider Gruppen ausgeschlossen scheinen; denn es lag nach den angeführten Befunden keine Möglichkeit vor, aus den Septen des Cerianthus irgend acht herauszufinden, die denen der Edwardsia homolog sein konnten.

Diese Möglichkeit ergiebt sich nun aus meinen oben mitgetheilten Resultaten über die Septenmuskulatur der ausgewachsenen Arachnactis. Nachdem ich hier feststellen konnte, dass die Muskelfibrillen der beiden Seiten eines jeden Septums sich unter annähernd rechtem Winkel kreuzen und dass ferner die beiden Muskellamellen eines jeden Richtungsseptums zu denen aller übrigen Septen der gleichen Seite entgegengesetzt orientirt sind, lassen sich die vier ventralsten Septenpaare der Ceriantheae mit den acht Septen der Edwardsiae homologisiren. Und dass es sich hier nicht etwa um eine zufällige Übereinstimmung handelt, geht aus der Entwicklungsgeschichte unzweideutig hervor. Diese lehrt vor Allem, dass die acht Septen, welche ich im Auge habe, die ältesten sind, dass sie längere Zeit allein vorhanden sind und dass somit in der Entwicklung der Arachnactis ein Zustand durchlaufen wird, der bei den Edwardsien zeitlebens bestehen bleibt. Außerdem aber weist das Achtseptenstadium der Arachnactis Eigenthümlichkeiten auf, die ihm entschieden eine phylogenetische Bedeutung vindiciren. Obgleich ich nämlich die Bildung der acht primären Septen nicht verfolgen konnte, lässt sich doch behaupten, dass das Achtseptenstadium eine Grenzscheide bildet, an welcher der anfängliche Modus der Septenvermehrung durch einen neuen ersetzt wird. Denn ganz abgesehen von der relativen Größe der vier primären Septenpaare, welche eine Entstehung dieser Paare in der späteren streng ventro-dorsalen Reihenfolge höchst unwahrscheinlich macht, setzt sich das »Edwardsiastadium« durch die im

Übrigen ziemlich gleiche Entwicklungshöhe seiner acht Septen zu allen späteren Stadien in einen auffallenden Gegensatz. Wenn wir irgend eine Larve mit mehr als fünf Septenpaaren untersuchen, so finden wir rechts und links von der dorsalen Medianlinie die Anlagen der jüngsten Septen als kurze Leistchen, welche aus dem obersten Theil des Mauerblattes hervorsprossen und das Schlundrohr noch nicht erreichen, nach außen von diesen folgen die beiden nächst älteren, die zwar schon mit dem Schlundrohr in Verbindung getreten sind, aber noch nicht über dasselbe nach abwärts reichen und an denen der spätere ektodermale Randwulst noch fehlt. Überdies sind diese dorsalsten Septenpaare noch längere Zeit dadurch ausgezeichnet, dass das rechte Septum eines jeden Paares etwas weiter entwickelt ist als das linke.

Alle diese charakteristischen Wachsthumserscheinungen gehen dem Achtseptenstadium ab. Die beiden dorsalen Septen jeder Seite erreichen nicht allein, wie die vier übrigen, das Schlundrohr, sondern sie erstrecken sich auch eben so weit wie diese nach hinten, sie besitzen wie diese längs ihres ganzen freien Randes den Ektodermwulst, sie zeigen die gleiche histiologische Ausbildung wie die anderen, und endlich ist das rechte und linke Septum eines jeden Paares genau gleich weit entwickelt — kurz: die acht primären Septen sind in allem Wesentlichen fertiggestellt und unter einander egalisirt, bevor die Entwicklung weiterer Septen anhebt.

Berücksichtigen wir alle diese Momente und fügen wir noch hinzu, dass von den vier primären Septenpaaren der Arachnactislarven dasjenige das stärkste ist, welches wir auch bei den Edwardsialarven (Fig. 16) am mächtigsten entwickelt finden, so ist die Annahme, dass die acht ventralen Septen der Ceriantheae den acht Septen der Edwardsien homolog sind, gewiss aufs Beste begründet. Ich denke mir demnach die Ceriantheae dadurch entstanden, dass an einem Edwardsia-artigen Thier zwischen den dorsalen Richtungssepten neue Septenpaare auftraten, wie ich dies in Taf. XXIII, Fig. II schematisch dargestellt habe.

Ob Übergangsformen zwischen beiden Gruppen völlig fehlen, lässt sich bei dem gegenwärtigen Stand unserer Aktinienkenntnisse nicht entscheiden. Vielleicht ist die von C. Vogt (23) als Arachnactis beschriebene Aktinie in diesem Sinn zu deuten, wenn auch die Zwölfzahl der Septen eher auf eine Hexaktinie hinzuweisen scheint.

Wenden wir uns nun zu den Hexaktinien, so scheint zwischen diesen und den Edwardsien auf den ersten Blick ein fundamentaler Unterschied zu bestehen; bei den einen begegnen wir dem Numerus 6 in der Septenzahl, bei den anderen dem Numerus 4, jene sind zweistrahlig, diese bilateral-symmetrisch. Allein gerade diese Verschiedenheit der ausgebildeten Formen muss einen Befund, der in der Ontogenie der einen eine Übereinstimmung mit der Organisation der anderen ergiebt, in phylogenetischer Beziehung besonders beweiskräftig machen. Denn einem ontogenetischen Stadium, das nicht in dem zu erreichenden Ziel (der Organisation des ausgewachsenen Thieres) begründet ist, muss, falls es sich nicht als Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen darstellt, phylogenetische Bedeutung zukommen.

Wir haben für die Hexaktinien eine doppelte Entwicklungsweise kennen gelernt. Bei der einen ist schon frühzeitig (auf dem Stadium mit acht Septen), ja höchst wahrscheinlich schon von Anfang an, der zweistrahlige Bau des fertigen Thieres ausgeprägt; der andere Entwicklungsmodus zeigt die jungen Larven als bilateral-symmetrische Organismen, und erst mit der Ausbildung der beiden letzten primären Septenpaare wird der zweistrahlige Bau erreicht. Die Annahme, dass diese beiden verschiedenen Entwicklungsweisen auf differente Ausgangspunkte zu beziehen seien, dass also die so einförmige und charakteristische Gruppe der Hexaktinien durch konvergente Züchtung aus verschiedenen Formen entstanden sei, bedarf wohl keiner Diskussion. Die Frage ist vielmehr die: Welchen Entwicklungsmodus haben wir als den ursprünglichen, welchen als den modificirten anzusehen? Schon die bloße Vergleichung der beiden Entwicklungsweisen mit dem fertigen Zustand gestattet, wie ich glaube, diese Frage zu entscheiden. Da keiner der beiden Modi vor dem anderen durch irgend einen Vortheil, den er dem werdenden Organismus gewähren könnte, ausgezeichnet ist, indem beide lediglich morphologisch — in des Wortes reinster Bedeutung — von einander unterschieden sind, so kann es sich bei der Umänderung des einen in den anderen nur um eine Vereinfachung der Entwicklung handeln. Und eine solche liegt nur dann vor, wenn der bilaterale Typus der ursprüngliche ist, der zweistrahlige der abgeleitete. Denn da die ausgebildete Hexaktinie einen biradialen Bau besitzt, so ist der biradiale Entwicklungsmodus im Vergleich zu dem bilateralen der direktere Weg nach dem vorgeschriebenen Ziel, der sich um so leichter aus jenem herausbilden konnte, als dafür nichts Anderes nöthig ist, als eine Verschiebung in der Entstehungsfolge der einzelnen Septen.

Wir haben also den zuerst von Lacaze-Duthiers nachgewiesenen Entwicklungsgang für den ursprünglichen zu halten. Dieser zeigt uns ein Stadium mit acht Septen, welches nicht wie die vorhergehenden ein rasch vorübergehendes, nur durch die successive Anlage der Septen bedingtes ist; vielmehr macht die Larve auf diesem Stadium eine Zeit lang Halt, sie wächst beträchtlich, die acht Septen egalisiren sich annähernd und sind sämmtlich wohl entwickelt, ehe die beiden nächsten Paare in Spuren auftreten. Und dieses hierdurch schon als bedeutungsvoll gekennzeichnete Stadium zeigt, wie bereits HADDON, PLAYFAIR McMURRICH und DIXON hervorgehoben haben, die Septenanordnung der Edwardsien, eine Übereinstimmung, die dadurch zu einer vollständigen gemacht wird, dass in den Larven der Edwardsien sowohl, wie in den Achtseptenlarven der nach dem bilateralen Typus sich entwickelnden Hexaktinien das gleiche, den ventralen Richtungssepten angrenzende Septenpaar durch besondere Mächtigkeit ausgezeichnet ist.

Diese Thatsachen machen den Schluss unabweisbar, dass, wie die Ceriantheae, so auch die Hexactiniae aus Edwardsia-artigen Formen entstanden sind, und zwar durch das Auftreten der in der Ontogenie an fünfter und sechster Stelle gebildeten Septenpaare (vgl. das in Taf. XXIII, Fig. III entworfene Schema).

Neben diesem entwicklungsgeschichtlichen Beweis für die enge Verwandtschaft zwischen den Hexaktinien und Edwardsien giebt es nun noch einen vergleichend-anatomischen, indem noch heute unzweifelhafte Übergangsformen zwischen beiden Typen existiren, nämlich in der Familie der Halcampidae. In erster Linie ist hier zu nennen die Halcampa Fultoni, deren Kenntnis wir STRETHILL WRIGHT (25) verdanken. Diese Aktinie kennzeichnet sich durch den Besitz von 12 Septen als Hexaktinie, weicht aber in so fern von den typischen Hexaktinien ab, als die 12 Septen nicht gleichmäßig entwickelt sind, sondern sich in zwei Gruppen von acht starken und vier schwachen sondern. Die acht starken Septen, welche allein mit Mesenterialfilamenten ausgestattet sind und wahrscheinlich auch allein Geschlechtsorgane tragen, entsprechen in ihrer Stellung den acht primären Septen LACAZE-DUTHIERS, die vier schwachen den Paaren 5 und 6 des bilateralen Entwicklungstypus. Somit ist bei Halcampa Fultoni der in der Ontogenie der typischen Hexaktinien vorübergehende Zustand, wo acht Septen in Edwardsiastellung mächtig, vier weitere erst schwach entwickelt sind, dauernd erhalten.

Zugleich zeigen die Halcampidae in ihrem ganzen Habitus die größte Ähnlichkeit mit den Edwardsien, mit denen sie ja auch von vielen Autoren vereinigt werden. Noch R. HERTWIG (14) sagt über die von ihm untersuchte Halcampa clavus, dass er »lange Zeit im Zweifel war, ob es richtiger sei, sie unter den Edwardsien oder unter den Hexaktinien zu behandeln«, wobei für die Einreihung in die erstere Gruppe nicht allein die äußerliche Übereinstimmung, sondern auch anatomische Verhältnisse geltend gemacht werden konnten. Denn wie Halcampa Fultoni zeigte auch Halcampa clavus acht starke und vier schwache Septen. »Wenn wir nun annähmen,« heißt es bei R. Hertwig (p. 84), »dass die acht stärkeren Septen den Septen der Edwardsia homolog, die vier übrigen dagegen Neubildungen sind, so würden die Halcampen Übergangsformen zwischen den Edwardsien und Hexaktinien darstellen.«

In der That kann jetzt kein Zweifel mehr bestehen, dass sie wirklich solche Übergangsformen sind, welche von den Edwardsien zu den typischen Hexaktinien hinüberleiten. Denn dass der Entwicklungsgang nicht der umgekehrte sein kann, dass nicht durch eine allmähliche Verkümmerung von zwei Septenpaaren aus den Hexaktinien auf dem Wege über die Halcampidae die Edwardsien entstanden sind, das lehrt eben der bilaterale, das »Edwardsiastadium« enthaltende, Entwicklungstypus der Hexaktinien, der unter dieser Annahme ganz unverständlich wäre.

Nachdem sich die Edwardsien als gemeinsamer Stamm für die so weit divergirenden Zweige der Ceriantheae und Hexactiniae herausgestellt haben, ist es gewiss von vorn herein sehr wahrscheinlich, dass auch alle übrigen Aktinientypen, sei es direkt, sei es indirekt von den Edwardsien abstammen. Es bleibt mir also noch übrig, zu untersuchen, ob eine solche Ableitung überall möglich ist, und ob sich vielleicht im Bau oder in der Entwicklung der einzelnen Formen noch Hinweise dafür auffinden lassen.

Den im Vorstehenden behandelten drei Tribus sind bis jetzt drei weitere als gleichwerthig gegenübergestellt worden, nämlich die der Zoantheae, der Monauleae und der Paractiniae. Gleichen Anspruch auf eine solche selbständige Stellung kann weiterhin nach den Untersuchungen von Blochmann und Hilger (5) die Gonactinia prolifera erheben, und eben so ist die bisher unter die Hexaktinien eingereihte Familie der Tealidae (Tealia crassicornis), indem sich dieselbe durch den der Septenzahl zu Grunde liegenden Numerus 10 von den Hexaktinien unterscheidet (Gosse [9], G. Y. und A. F. Dixon [6]), von diesen zu trennen und den Paractiniae zuzuweisen, in welcher Gruppe nach R. Hertwig (14) Formen vereinigt werden, deren Septenzahl bei sonst völliger Übereinstimmung mit den Hexaktinien nicht durch den Numerus 6 bestimmt wird. Betrachten wir zunächst den Tribus der Monauleae, der unter den fünf aufgeführten Formen durch die geringste Septenzahl ausgezeichnet ist. Derselbe wird repräsentirt durch den von R. Hertwig (14) beschriebenen Scytophorus striatus, eine Aktinie mit sieben gleich stark entwickelten Septenpaaren, von denen eines (das Richtungsseptenpaar) abgewandte Längsmuskeln trägt, die sechs übrigen zugewandte. Wie das Schema Taf. XXIII, Fig. IV zeigt, lässt sich diese Anordnung dadurch sehr einfach auf die der Edwardsien zurückführen, dass man sich in einer Edwardsia-artigen Aktinie jederseits drei neue Septen entstanden denkt, nämlich in jedem der drei seitlichen Interseptalräume eines. Zwei von diesen neuen Septen jederseits entsprechen denjenigen, welche die Umwandlung der Edwardsien in Hexaktinien bewirken (vgl. Schema Fig. III); sie ergänzen die beiden lateralen Septen der Edwardsia zu Paaren mit zugewandten Längsmuskeln. Das dritte, am meisten dorsalwärts gelegene, bildet mit dem der gleichen Seite angehörigen dorsalen Richtungsseptum ein neues Paar mit gleichfalls zugewandten Längsmuskelwülsten, wodurch das dorsale Richtungsseptenpaar als solches verschwindet.

Da bei dieser Deutung unter den 14 Septen des Scytophorus die 12 primären Septen der Hexaktinien vertreten wären, so könnte man, anstatt an eine direkte Ableitung von den Edwardsien, auch an eine Entstehung der Monauleae aus Hexaktinien, welche erst den primären Septencyklus besaßen, denken. Ich halte jedoch, ohne diese letztere Möglichkeit ablehnen zu wollen, die direkte Ableitung für die wahrscheinlichere, und zwar nicht nur desshalb, weil Scytophorus striatus in der langgestreckten Körperform und dem Vorhandensein einer Cuticula (Periderm) mit den Edwardsien übereinstimmt, sondern auch, weil das Schlundrohr nach den Untersuchungen von R. Hertwig mit acht Längswülsten ausgestattet ist, welche auf die 14 Septen gar nicht passen und darum wohl nur auf eine Stammform mit acht Septen bezogen werden können.

Noch viel überzeugender als für die Monauleae gelingt der Anschluss an die Edwardsien für die Gonactinia prolifera. Die von Blochmann und Hilger (5) festgestellte Septenanordnung ist aus dem Schema (Taf. XXIII, Fig. V) zu ersehen. Es bestehen zwei opponirte Richtungsseptenpaare, dazwischen jederseits drei Paare mit zugewandten Längsmuskeln, die jedoch aus ungleichartig entwickelten Septen zusammengesetzt sind. Unterscheiden wir die beiden Richtungsseptenpaare nach der von Blochmann und Hilger gebrauchten Terminologie als dorsal und ventral, so folgt jederseits auf das dorsale Paar zunächst ein aus kurzen Septen (Mikrosepten) gebildetes Paar, während die beiden weiteren je aus einem Makroseptum und einem Mikroseptum kombinirt sind, in der Weise, dass man, von der Dorsalseite ausgehend, zuerst auf das Makroseptum stößt. Fasst man die Makrosepten allein ins Auge, so zeigen diese, wie Blochmann und Hilger schon hervorgehoben haben, die Muskelanordnung der Edwardsiasepten. Dass sie diesen wirklich homolog sind, kann bei der ausgezeichneten Stellung, welche dieselben den übrigen Septen gegenüber einnehmen, und nach den bei den Ceriantheae und Hexactiniae gewonnenen Resultaten über die stammesgeschichtliche Bedeutung der Edwardsien, wohl kaum bezweifelt werden.

Wie eine Vergleichung der Schemata Fig. III, IV und V ergiebt, lässt sich die Septenanordnung der Gonactinia, anstatt direkt aus der der Edwardsien, auch auf dem Umweg über die Hexactiniae und Monauleae entstanden denken, indem diese drei Typen eine Reihe bilden, in der jedes Glied zu den in dem vorhergehenden vorhandenen Septen zwei weitere hinzufügt. Ich halte jedoch auch hier die direkte Abzweigung von den Edwardsien für wahrscheinlicher.

Dagegen dürften die zwei noch übrigen Tribus der Zoantheae und Paractiniae von typischen Hexaktinien abzuleiten sein.

Für die Zoantheen hat schon Erdmann (7) auf Grund der von G. v. Koch (16) zuerst festgestellten Septenanatomie und des von R. Hertwig (14) und ihm selbst nachgewiesenen Vermehrungsgesetzes der Septen einen Anschluss an die Hexaktinien angedeutet. Ich verweise, um diese Ableitung zu erläutern, auf das Schema Fig. VI (Taf. XXIII), welches den sog. »Mikrotypus«[1] der Zoantheenorganisation darstellt. Betrachten wir dieses Schema zunächst ohne Rücksicht auf die Farbe der einzelnen Septen, so finden wir, einander entgegengesetzt, zwei Richtungsseptenpaare, von denen das ventrale aus Makro-, das dorsale aus Mikrosepten gebildet wird. An dieses schließen sich jederseits zwei Paare mit zugewandten Längsmuskeln an, deren jedes aus einem, dem Richtungsseptenpaar zugekehrten, Makroseptum und einem Mikroseptum besteht. Zwischen diese dorsale, aus im Ganzen zehn Septen gebildete Gruppe und das ventrale Richtungsseptenpaar schieben sich nun jederseits weitere Septenpaare in variabler Zahl ein, die gleichfalls sämmtlich aus je einem Makro- und einem Mikroseptum kombinirt sind, jedoch so, dass hier immer das Makroseptum dem ventralen Richtungsseptenpaar zugekehrt ist.

Über die frühesten Entwicklungszustände der Zoantheen sind wir nicht unterrichtet; die jüngsten bis jetzt beobachteten Stadien zeigen schon die im Vorstehenden beschriebene Organisation. Dagegen konnte das in dieser späteren Periode herrschende Vermehrungsgesetz der Septen ermittelt werden. Es ergab sich nämlich, dass neue Septen lediglich in den beiden jeweilig an die ventralen Richtungssepten angrenzenden Zwischenfächern auftreten, immer zu Paaren aus Mikro-

---

[1] Für die Phylogenie der Zoantheen ist die Unterscheidung der beiden Typen (Makro- und Mikrotypus), die sich darauf gründet, dass bei dem ersteren die in Fig. VI mit x bezeichneten Mikrosepten das Schlundrohr erreichen, irrelevant.

und Makroseptum zusammengesetzt, wobei das Makroseptum dem Richtungsseptum zugekehrt ist. Und dieses Wachsthumsgesetz gestattet uns, bis zu einem gewissen Punkt auf die frühere Entwicklung zurückzuschließen. Denn wenn die Septen, so weit die Beobachtung reicht, immer in der eben genannten Weise sich vermehren, so muss man die früheren Entwicklungsstadien dadurch erhalten, dass man sich, jederseits neben den ventralen Richtungssepten beginnend, successive ein Septenpaar nach dem anderen weggenommen denkt; und wenn man dies nun fortsetzt, so lange es möglich ist, d. h. so lange noch Paare vorhanden sind, welche ihr Makroseptum ventralwärts richten — es sind dies in meinem Schema die blau gezeichneten Paare — so bleiben schließlich noch zwölf Septen in Hexaktinienstellung übrig. Diese Anordnung aber ist gewiss viel zu charakteristisch, als dass hier an ein zufälliges Zusammentreffen gedacht werden könnte. Somit ist wohl die Annahme begründet, dass die Zoantheen von Hexaktinien mit dem ersten Septencyklus sich ableiten; und zwar dadurch, dass neue Septenpaare immer nur in zwei Interseptalräumen angelegt werden, nämlich denjenigen, welche dem einen Richtungsseptenpaar angrenzen. Die Bezeichnung dieses Richtungsseptenpaares als »ventral« scheint mit der für die Edwardsien und für die übrigen Typen gebrauchten Terminologie übereinzustimmen. Es ist wenigstens auffallend und bemerkenswerth, dass bei der hierdurch bedingten Orientirung von den 12 Primärsepten des Zoanthus[1] die beiden lateralen Mikrosepten (x und y) denjenigen Septen entsprechen, welche den Edwardsiatypus in den Hexaktinientypus überführen (vgl. Fig. III). Ich habe dieselben demgemäß in Fig. VI mit rother Farbe gezeichnet.

Was schließlich den letzten Tribus, den der Paractiniae (incl. Tealidae) betrifft, so glaube ich, dass auch für diese die Ableituug von echten Hexaktinien weitaus am meisten Wahrscheinlichkeit für sich hat. Der einzige Unterschied von den letzteren liegt in dem abweichenden Numerus der Septenzahl, und diese Eigenthümlichkeit lässt sich bei allen drei hierher gehörigen Formen in der Weise erklären, dass in einer Hexaktinie mit dem ersten Septencyklus bei der Anlage der weiteren Septen bestimmte Interseptalräume hinter den übrigen um einen oder zwei Cyklen zurückbleiben, so dass z. B. ein Septenpaar, welches seiner Stellung nach zum zweiten Cyklus zu rechnen wäre, dem Alter und der Größe nach mit dem dritten rangirt.

Für eine solche Ableitung lassen sich überdies einerseits anatomische Besonderheiten der hierher gehörigen Formen, andererseits gewisse, oben dargelegte entwicklungsgeschichtliche Erfahrungen geltend machen.

---

[1] Es gilt dies übrigens nur für den Mikrotypus.

Betrachten wir zuerst die Familie der Tealidae, bei welcher die Zahl der Septenpaare durch den Numerus 10 bestimmt wird. Wie G. Y. und A. F. Dixon (6) an Querschnitten durch junge Exemplare von Tealia crassicornis festgestellt haben, bestehen hier zehn gleich große Hauptseptenpaare, von denen zwei opponirte als Richtungssepten entwickelt sind; zwischen diesen finden sich zehn kleinere Paare, die den Ösophagus nur ganz oben erreichen, und endlich ist noch ein dritter Cyklus von 20 Paaren vorhanden, die das Schlundrohr überhaupt nicht erreichen.

Um diese Anordnung aus dem Hexaktinientypus abzuleiten, muss man annehmen, dass zunächst die Septen des zweiten Cyklus sich ungleichmäßig entwickeln, dass vier Paare, nämlich diejenigen, welche in den vier an die Richtungsseptenpaare angrenzenden Zwischenfächern auftreten, vorauseilen und die Septen des I. Cyklus im Wachsthum einholen, wodurch die zehn von G. Y. und A. F. Dixon beschriebenen gleichartigen Hauptseptenpaare zu Stande kommen; wogegen die beiden übrigen Paare so sehr zurückbleiben, dass sich, gleichzeitig mit ihnen, — zu beiden Seiten eines jeden der vier großen Paare des II. Cyklus — schon acht Paare des III. Cyklus entwickeln, welche mit jenen beiden zusammen nun die zehn sekundären Paare der Tealia-Organisation darstellen. Und durch die gleiche gesetzmäßige Verschiebung kommen dann die 20 tertiären Paare zu Stande, welche aus vier Paaren des III. und 16 Paaren des IV. Cyklus zusammengesetzt sind.

Dass diese Erklärung keine rein hypothetische ist, lehren die Larven, an denen ich oben den »zweistrahligen Entwicklungstypus« der Hexaktinien geschildert habe. Diese Larven mit ihrer zeitlichen Verschiebung der Septenentstehung, dem Zurückleiben der »transversalen Räume«, bieten in der That genau den für Tealia postulirten Entwicklungsgang dar, so dass wir ihre Zugehörigkeit zu einer Tealide als nahezu sicher ansehen dürfen.

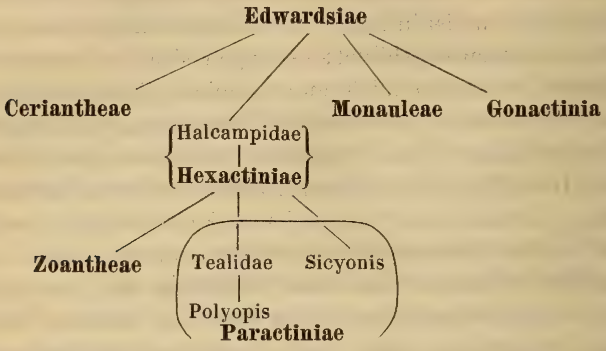
Wenn wir nun auf dem Wege, der von den Hexaktinien zu den Tealiden führt, noch einen Schritt weitergehen, d. h. annehmen, dass in den transversalen Zwischenfächern des primären Hexaktiniencyklus gar keine Septen angelegt werden, während im übrigen Bereich die des II. und III. Cyklus sich ausbilden, so gelangen wir zu der von R. Hertwig (14) beschriebenen Organisation der Polyopis striata, einer Paraktinie mit 18 Septenpaaren. Auch bei dieser Form sind Anhaltspunkte gegeben, welche die hiermit ausgesprochene Abstammung von Hexaktinien in hohem Maße wahrscheinlich machen. Denn obgleich R. Hertwig an Querschnitten nicht im Stande war, die Werthigkeit der einzelnen Septenpaare zu bestimmen, konnte er doch für die Endigung der Septen am hinteren Körperende ein Verhalten feststellen, welches durchaus der von mir versuchten Ableitung entspricht. Auf Taf. XI der »Challenger-Aktinien« ist in Fig. 11 α das hintere Körperende der Polyopis striata von außen abgebildet; es zeigen sich, von einem gemeinsamen Centrum, wahrscheinlich einem kleinen Porus terminalis ausgehend, sechs Furchen in zweistrahliger Anordnung; sie könnten sechs primären Septenpaaren einer typischen Hexaktinie ihre Entstehung verdanken. Die in Fig. 11 β gegebene Ansicht von innen bestätigt diese Vermuthung: es sind in der That sechs starke Septenpaare vorhanden, welche bis an den hinteren Körperpol heranreichen, und, was nun von besonderer Wichtigkeit an dieser Abbildung ist: die 12 übrigen Paare sind in vier Gruppen von je drei Paaren so zwischen die großen Septenpaare eingeschaltet, dass, nach den Symmetrieverhältnissen zu urtheilen, jede Gruppe in eines der vier an die Richtungsseptenpaare angrenzenden Zwischenfächer zu stehen kommt. Diese Anordnung aber lässt kaum eine andere Deutung als die von mir gegebene zu.

Um endlich die letzte Paraktinie, Sicyonis crassa, auf Hexaktinien zurückzuführen, muss man eine Ungleichmäßigkeit der Septenentwicklung annehmen, welche derjenigen, die zu den Tealidae führt, gerade entgegengesetzt ist. Sicyonis crassa besitzt nach den Untersuchungen R. Hertwig's (14) 64 Septenpaare; 16 davon inseriren am Magen und sind unter sich von gleicher Größe, dazwischen stehen 16, welche schon an der Mundscheibe endigen, und schließlich ist in ganz regelmäßiger Weise noch ein dritter Cyklus von 32 Paaren vorhanden. Es ist ohne Weiteres einleuchtend, wie diese Anordnung einfach dadurch aus einer zwölfkammerigen Hexaktinie entstehen kann, dass die beiden transversalen Zwischenfächer den vier anderen stets um einen Cyklus in der Septenentwicklung vorauseilen. Und auch hier besteht noch eine Eigenthümlichkeit, welche auf die ursprüngliche Sechsstrahligkeit des Körpers hinweist, in Gestalt der von R. Hertwig beschriebenen zehn Längsfurchen, welche jederseits zwischen den beiden Schlundrinnen am Schlundrohr herabziehen: eine Zahl, wie sie einer echten Hexaktinie mit zwei das Schlundrohr erreichenden Septencyklen zukommen würde[1].

---

[1] Wie aus der vorstehenden Ableitung der drei als Paraktinien bezeichneten Formen hervorgeht, halte ich diese Gruppe nicht für eine phylogenetisch einheitliche. Doch dürfte es, in Rücksicht auf die Systematik, zweckmäßig sein, den Tribus »Paractiniae« unter der von R. Hertwig formulirten Definition vorläufig aufrecht zu erhalten.

Auf Grund der vorausgehenden Erörterungen glaube ich nun die verwandtschaftlichen Beziehungen, in denen die einzelnen Aktiniengruppen zu einander stehen, durch folgenden Stammbaum ausdrücken zu können:



Nachdem es sich gezeigt hat, dass durch die räumlichen Beziehungen, in welchen bei gewissen Hexaktinien und bei Arachnactis die acht zuerst gebildeten Septen zu den übrigen stehen, ein stammesgeschichtlicher Vorgang zum Ausdruck gebracht wird, drängt sich die Frage auf, ob auch die Reihenfolge, in welcher bei diesen Formen die acht primären Septen selbst angelegt werden, eine phylogenetische Grundlage hat. Für die Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen Aktiniengruppen zu einander, wie auch für die Beurtheilung der von den Aktinien ableitbaren Hexakorallen und Antipatharien ist diese Frage ohne Bedeutung; sie wird dagegen von großer Wichtigkeit, wenn es sich darum handelt, das Verwandtschaftsverhältnis der Oktokorallen zu den Aktinien aufzuklären.

Direkte Beobachtungen über die Reihenfolge, in welcher bei Aktinien und Hexakorallen die acht ersten Septen auftreten, sind von Lacaze-Duthiers (18) bei Actinia mesembryanthemum, Sagartia bellis und Bunodes gemmacea, von H. V. Wilson (24) bei Manicina areolata angestellt worden.

Während bei den drei Aktinien die Entstehungsfolge der Septen ganz übereinstimmend die im Schema (Taf. XXIII, Fig. III) in Zahlen ausgedrückte ist, fand Wilson bei der von ihm untersuchten Koralle, dass das Lacaze-Duthiers'sche Paar 2 erst an vierter Stelle, Paar 4 an zweiter Stelle gebildet wird; und auch bei einer von mir untersuchten, oben beschriebenen Hexaktinienlarve scheint dieser Entwicklungsmodus vorzuliegen. Bei dieser Verschiedenartigkeit der Entwicklung sticht jedoch ein gemeinsames Moment um so auffallender hervor. Es ist dies der Umstand, dass bei allen untersuchten Hexaktinien und Korallen, welche ein Edwardsiastadium durchlaufen, als erstes Septenpaar stets dasjenige angelegt wird, welches (auf dem Edwardsiastadium) dem ventralen Richtungsseptenpaar angrenzt. Bei den Edwardsien selbst und eben so bei Arachnactis scheint dieses Septenpaar gleichfalls als das erste aufzutreten, wie dies aus der lange andauernden Prävalenz dieses Paares den drei übrigen gegenüber fast mit Sicherheit geschlossen werden darf. Da die in Rede stehenden Septen auch bei den Hexaktinienlarven des bilateralen Typus häufig durch besondere Mächtigkeit und hohe Entwicklung lange Zeit vor den übrigen ausgezeichnet sind, ohne dass diese bevorzugte Stellung durch das höhere Alter allein erklärt werden kann, wird der Gedanke an eine phylogenetische Reminiscenz sehr nahe gelegt, nnd man könnte vermuthen, dass, wie durch das Achtseptenstadium, so auch durch das Zweiseptenstadium eine stammesgeschichtliche Etappe bezeichnet wäre. Eine solche hypothetische Form mit nur zwei Septen aber könnte zugleich die Stammform für die Octokorallen repräsentiren. Es wäre möglich, dass diese Vermuthungen durch die Untersuchung der Ontogenie dieser Gruppe festere Gestalt gewinnen könnten. Wenn es sich herausstellen würde, dass auch bei den Octokorallen das erstgebildete Septenpaar die drei übrigen lange Zeit in auffallender Weise an Stärke und histiologischer Ausbildung übertrifft, so dürfte es gewiss als höchst wahrscheinlich angesehen werden, dass dieses Paar dem bei den Edwardsien an die ventralen Richtungssepten angrenzenden Paar homolog sei. Und damit würde sich zugleich feststellen lassen, ob und in wie weit die drei übrigen Septenpaare der Edwardsien und Octokorallen mit einander homologisirt werden können.

München, im Juli 1889.

Verzeichnis der citirten Litteratur.

1. A. Agassiz, On Arachnactis brachiolata, a Species of Floating Actinia found at Nahant. Bost. Journ. of Nat. Hist. Vol. VII. 1863. p. 525.
2. A. Agassiz, Sur le développement des tentacules des Arachnactis et des Edwardsies. Arch. de Zool. exp. et gén. Tom II. 1873. Notes et Revue p. XXXVIII.
3. A. Andres, Intorno all' Edwardsia Claparedii. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. II. 1880. p. 123.

4. A. Andres, Le Attinie. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Leipzig 1884.
5. Blochmann und Hilger, Über Gonactinia prolifera Sars, eine durch Quertheilung sich vermehrende Aktinie. Morph. Jahrb. Bd. XIII. 1888. p. 385.
6. G. Y. and A. F. Dixon, Notes on Bunodes thallia, Bunodes verrucosa and Tealia crassicornis. Scientific Proceed. of the Royal Dublin Society. Vol. VI. Pt. VI. 1889. p. 310.
7. A. Erdmann, Über einige neue Zoantheen. Inaug.-Diss. Jena 1885.
8. Forbes and Goodsir, On some remarkable marine invertebrata new to the British seas. Trans. roy. soc. Edinb. XX. part. 2. p. 307.
9. P. H. Gosse, Actinologia Britannica. London 1860.
10. A. C. Haddon, Note on the arrangement of the mesenteries in the parasitic larva of Halcampa chrysanthellum (Peach). Scient. Proceed. roy. Dublin Soc. Vol. V. Pt. VI. 1887. p. 473.
11. J. Haime, Mémoire sur le Cérianthe (Cerianthus membranaceus). Ann. d. Sc. nat. IV. Série. Zoologie. Tom I. 1854. p. 341.
12. A. von Heider, Cerianthus membranaceus Haime. Ein Beitrag zur Anatomie der Aktinien. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. LXXIX. 1879. p. 204.
13. O. und R. Hertwig, Die Aktinien. Jena 1879.
14. R. Hertwig, Die Aktinien der Challenger-Expedition. Jena 1882.
15. H. Hollard, Monographie anatomique du genre Actinia de Linné. Ann. de Sc. Nat. Zoologie. III. Série. Tom XV. p. 257.
16. G. v. Koch, Notizen über Korallen. Morph. Jahrbuch. Bd. VI. 1880. p. 359.
17. A. Kowalevsky, Untersuchungen über die Entwicklung der Coelenteraten. Nachrichten der k. Gesellsch. d. Freunde d. Naturerkenntnis, d. Anthropologie u. Ethnographie. Moskau 1873. (Russisch.)
18. H. de Lacaze-Duthiers, Développement des Coralliaires. I. Actiniaires sans Polypier. Arch. de Zool. exp. et gén. Tom I. 1872. p. 289.
19. H. de Lacaze-Duthiers, Étude d'une Actinie prise comme type. Revue Scientifique de la France et de l'Étranger. 3. série. 28. Avril 1883. No. 17. p. 513.
20. Playfair McMurrich, On the Occurence of an Edwardsia Stage in the Free-Swimming Embryos of a Hexactinian. Johns Hopkins University Circulars. Vol. VIII. No. 70. p. 31.
21. M. Sars, Fauna littoralis Norvegiae. 1846. IV. Über Arachnactis albida, einen schwimmenden Polypen. p. 28.
22. Schneider und Rötteken, Über den Bau der Aktinien und Korallen. 1871. (Nur separat erschienen.)
23. C. Vogt, Des genres Arachnactis et Cerianthus. Archives de Biologie. Tom VIII. 1888. p. 1.
24. H. V. Wilson, On the development of Manicina areolata. Journal of Morphology. Vol. II. No. 2. Nov. 1888. Boston.
25. Strethill Wright, Observations on British Protozoa and Zoophytes. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. III. Vol. VIII.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXI.

Fig. 1. Arachnactislarve bei auffallendem Licht vom oralen Pol aus gesehen. Zeiss a, Oc. 2.

Fig. 2. Querschnitt durch eine kugelige Arachnactislarve unterhalb des Schlundrohres. Zeiss E, Oc. 2.

Fig. 3. Arachnactislarve in der dorsalen Mittellinie aufgeschnitten, ausgebreitet und von innen gezeichnet. Vergr. 4.

Fig. 4. Die in Fig. 1 abgebildete Larve vom aboralen Pol bei durchfallendem Licht.

Fig. 5. Ältere Arachnactislarve, sehr stark kontrahirt. *a*, vom oralen Pol, *b*, bei seitlicher Ansicht, *c*, von der Ventralseite. Die Randtentakel sind bis auf die vier jüngsten abgerissen. Vergr. 3.

Fig. 6. Querschnitt durch eine Arachnactislarve vom Stadium der Fig. 1 und 4, in der Höhe des Schlundrohres. Leitz III, Oc. 1.

Fig. 7. Querschnitt durch eine kugelige Arachnactislarve in der Region des freien Schlundrohrrandes. Zeiss C, Oc. 2.

Fig. 8. Querschnitt durch eine nicht bestimmte Hexaktinienlarve (wahrscheinlich Bunodes) in der Höhe des Schlundrohres. Die Zahlen an den Septen bezeichnen die Entstehungsfolge derselben nach den Angaben von Lacaze-Duthiers. Zeiss C, Oc. 2.

Tafel XXII.

Die arabischen Ziffern an den Septen bezeichnen die beobachtete oder muthmaßliche Entstehungsfolge derselben, die römischen Ziffern den Cyklus, zu welchem das Septum gehört.

Fig. 9—12 beziehen sich auf nicht bestimmte Hexaktinienlarven (Tealia?), die sich nach dem »zweistrahligen Typus« entwickeln.

Fig. 9 *a*, *b*. Zwei Querschnitte (Zeiss B, Oc. 2) durch die jüngste Larve, welche in

Fig. 10 bei seitlicher Ansicht und durchfallendem Licht gezeichnet ist. Zeiss a, Oc. 2.

Fig. 11. Querschnitt durch die älteste Larve in der Nähe der Fußscheibe. Leitz III, Oc. 1.

Fig. 12. Querschnitt durch eine Larve, deren Entwicklungszustand zwischen dem Stadium der Fig 9 und dem der Fig. 11 die Mitte hält, ganz nahe an der Fußscheibe. Zeiss C, Oc. 2.

Fig. 13—15 beziehen sich auf Larven von Cereactis aurantiaca.

Fig. 13. Eine der ältesten beobachteten Larven, sehr stark kontrahirt, vom oralen Pol gesehen. Vergr. 10.

Fig. 14 *a* und *b*. Zwei Querschnitte durch eine noch kugelige Cereactislarve mit acht Septen. Leitz III, Oc. 1.

Fig. 15. Querschnitt durch eine der ältesten Larven mit den Anlagen des fünften und sechsten Septenpaares. Leitz III, Oc. 1.

Fig. 16. Edwardsialarve bei durchfallendem Licht vom oralen Pol gesehen. Leitz III, Oc. 1.

Tafel XXIII.

Schematische Querschnitte verschiedener Aktinientypen, um die Ableitung derselben von den Edwardsien zu illustriren. In allen Figuren sind mit schwarzer Farbe die acht Edwardsiasepten gezeichnet, mit rother diejenigen, welche jene zu der specifischen Anordnung des betreffenden Typus ergänzen. Nur in dem Zoanthusschema (Fig. VI) sind, um nicht nur die Edwardsien als Urform, sondern auch die Hexaktinien (Fig. III) als direkte Vorfahren zu kennzeichnen, drei Farben zur Verwendung gelangt.

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten.

von

Dr. H. Henking,
Privatdocent und Assistent in Göttingen.

I. Das Ei von Pieris brassicae L., nebst Bemerkungen über Samen und Samenbildung.

Mit Tafel XXIV—XXVI.

Die vorliegende Abhandlung bildet den ersten Theil einer Reihe von Arbeiten, welche die Befruchtung und die ihr kurz voraufgehenden und unmittelbar nachfolgenden Veränderungen in den Eiern von Insekten aus den verschiedensten Ordnungen zum Gegenstande haben.

Bereits früher habe ich eine dem gleichen Gebiete angehörende Untersuchung (8) veröffentlicht. Ich war darin zu einer von der allgemein verbreiteten Auffasung so abweichenden Ansicht gelangt, dass ich mich selbst nicht davon befriedigt fühlen konnte. Um daher klar darüber zu werden, wo Wahrheit und wo Irrthum vorhanden sei, habe ich in größerem Maßstabe die Forschungen im Gebiete der frühesten Insektenembryologie wieder aufgenommen. Denn ich habe die Überzeugung gewonnen, dass ein sicheres Urtheil über die wesentlichen Vorgänge nur auf Grund eines möglichst reichen Materials gewonnen werden kann.

Einige, sich auf die Richtungskörper beziehende Mittheilungen habe ich bereits früher (9) veröffentlicht und habe ferner die wesentlichsten Punkte der vorliegenden Abhandlung in der Sektion für Zoologie auf der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Heidelberg am 19. September 1888 vorgetragen (vgl. Tageblatt etc.).

Die Benutzung der Litteratur ist in dieser Arbeit nicht eben reich ausgefallen, weil ich eine Besprechung der einschlägigen Arbeiten für den Schluss der Untersuchungsreihe aufsparen möchte.

Was die Untersuchungsmethoden anbetrifft, so bin ich in der gleichen Weise verfahren, wie bereits früher bei Musca (8). Ich habe weiter unten, unter den »Kritischen Bemerkungen«, genauer angegeben, in welcher Weise ich die Hitze auf die zur Untersuchung verwandten Eier habe einwirken lassen. Auch hier habe ich stets mit Grenacher's Boraxkarmin vorgefärbt, klebte dann aber die Schnitte mit P. Mayer's Eiweißglycerin auf, wodurch es ermöglicht wurde, nachträglich noch die verschiedensten Färbeflüssigkeiten in Anwendung zu bringen. Es hat sich das von großem Nutzen erwiesen; denn wo ich über irgend eine Struktur nicht gleich ins Klare kommen konnte, habe ich so oft nachgefärbt, so oft nach vielfach wiederholter vorsichtiger Ablösung des Deckglases immer neue Färbeflüssigkeiten in Anwendung gebracht, dass schließlich auch dort ein klares Gebilde hervortrat, wo vorher ein Schleier die Gegenstände dem forschenden Blick zu verhüllen schien.

Für die Erkenntnis der chromatischen Körperchen habe ich besonders eine Nachfärbung mit der koncentrirten wässerigen Lösung von Bismarckbraun schätzen gelernt, für die Umgrenzung der achromatischen Theile eine Nachfärbung mit Ehrlich's Hämatoxylin. Aber auch Saffranin, Dahlia, Orth's Lithionkarmin, Czokor's Kochenillelösung, ferner die Heranziehung von Eosin und Pikrinsäure in Terpentinöl (nach einer mir von P. Mayer gütigst mitgetheilten Methode) haben mich wesentlich unterstützt. Für die Aufbewahrung der Schnitte scheint Xylolbalsam besonders empfehlenswerth zu sein.

Eines ist für die von mir benutzte Konservirungsmethode sehr charakteristisch, nämlich dass sie die zu gewissen Zeiten wohl vorhandene fädige Struktur in den achromatischen Kerntheilen völlig zerstört. Wo sonst bei Anwendung von Säuregemischen die bekannten Spindelfasern und dergleichen hervortreten, findet man hier stets ein gleichmäßiges, zuweilen körniges, schwach lichtbrechendes Maschenwerk mit helleren Zwischenräumen, mögen die Kerne sich in Ruhe oder in irgend einem Theilungsstadium befinden. Eine Ausnahme machen vielleicht nur die im Leibe des Thieres abgetödteten Eier. Auch von den Centrosomen in ihren frühesten Stadien bleibt nichts erhalten. Hoffentlich giebt die ja bereits angekündigte Arbeit von G. Platner über Liparis dispar in Betreff dieser Theile eine Auskunft.

Wenn ich demnach auch sehr bedauern muss, über die genannten Stücke nur spärliche Mittheilungen machen zu können, so glaube ich, dass mich das völlige Auslöschen der achromatischen Fadenstruktur erheblich in der Erkenntnis der auf das Chromatin bezüglichen Veränderungen gefördert hat. Wo ein achromatischer Bestandtheil in irgend einer konsolidirten Form und mit einer specifischen Farbe ausgerüstet sich zu dem Gewirre der Chromatinkörper gesellt, muss er nothwendig den Einblick in deren Lebensgeschichte erschweren, während diese auch für sein Verständnis ein Hindernis bilden. Bei meiner Methode stört der achromatische Zelltheil niemals die sichere Erkenntnis der Veränderungen des Chromatins und gewährt eine größere Sicherheit in deren Beurtheilung.

Sehen wir ferner wie zu gewissen Zeiten die Chromatinsubstanz nur als dünner Überzug an sonst farblosen Körperchen auftritt, welche bei nderen Methoden vielleicht zu allen Zeiten in ihrer Gesammtheit färbbar bleiben, und sehen wir dann, dass jener dünne Überzug in gewissen Stadien regelmäßig an Masse zu-, in anderen wieder abnimmt, so haben wir damit unzweifelhafte Lebensäußerungen kennen gelernt, deren Erkenntnis wir jener überall gleichmäßig angewandten Methode zu verdanken haben dürften.

Die abgelegten Eier des Kohlweißlings findet man überall in Häufchen auf Kohlblättern, auf deren Grün sie durch ihre intensiv gelbe Färbung leicht bemerklich werden. Sie haben eine kegelförmige Gestalt und sind mit dem der Mikropyle gegenüber stehenden Pole an dem Blatte angeheftet. Dieser Pol ist durch die Anheftung abgeplattet (Fig. 17). Wird die untere Schalenfläche jedoch bei der Konservirung verletzt, so wölbt sich der untere Pol des Eies selbst oft beträchtlich hervor und veranlasst dadurch auch äußerlich eine große Ähnlichkeit mit einem Fliegenei (vgl. Fig. 16 hier mit Fig. *A*—*C* in [8] p. 314).

Das Ei ist von einem zarten Oolemm und einer derben chitinartigen Schale umgeben. Letztere ist durch hoch hervortretende Längs- und Querleisten in einzelne Felder zerlegt (Fig. 17), welche auf der Mikropylenfläche an Regelmäßigkeit verlieren. Auf der Sohlenfläche fehlen diese Leisten.

Außerdem ist das Ei noch von einem Drüsensekret umhüllt, welches sich von Leiste zu Leiste erstreckt (Fig. 3) und auf Schnitten als ein feines sich mit verschiedenen Farbstoffen färbendes Netzwerk leicht bemerklich wird. Es wird von Anhangsdrüsen des Geschlechtsapparates beim Legeakt abgesondert, fehlt den reifen Ovarialeiern völlig (Fig. 1), eben so dem im Uterus getödteten Ei (Fig. 4).

Wie die Eier beim Legen auf die Spitze gestellt werden, fließt das Sekret an ihnen herab und sammelt sich an der Basis in größerer Menge. Dadurch wird das Ei an dem Kohlblatt festgeklebt, das Sekret aber erhärtet zu einer etwas vorspringenden Scheibe (Fig. 17). Benachbarte Eier können unten oder auch ziemlich weit herauf durch das Anfangs weiche aber bald erhärtende Sekret mit einander verklebt sein.

1. Über das Keimbläschen der Ovarialeier.

Bei einem jüngeren Ei aus dem Ovarium (Fig. 18) besitzt das Keimbläschen eine ovale Gestalt, doch ist es an der Außenseite bereits unregelmäßig gestaltet und mit kleinen Buchten versehen. Wenn es auch, besonders an der Innenseite scharf gegen den schmalen plasmatischen Hof abgesetzt ist, so habe ich doch keine Membran wahrnehmen können. Im Inneren besitzt das sonst homogene Keimbläschen einen deutlich gefärbten vacuolisirten rundlichen Keimfleck, außerdem noch eine Anzahl schwächer gefärbter Kügelchen in verschiedener Größe und in der Nähe des Keimfleckes noch einige dünne gebogene Fädchen, welche ebenfalls wahrnehmbar gefärbt sind. Ob sie mit einem spärlichen Netzwerke zusammenhängen, von dem man einige weite Maschen mit Mühe bemerken kann, vermag ich nicht anzugeben.

Ein Ei mit solchem Keimbläschen ist bereits sehr stark mit Dotterkörnchen gefüllt und nur am Rande und in der Umgebung des Keimbläschens bemerkt man ein wenig Plasma (Fig. 18). Aber es ist noch weit von der Reife entfernt; denn über ihm liegen noch die großen Nährzellen und stehen theilweise durch eine weite Öffnung oben mit dem Binnenraume des Eies in Verbindung, ganz in der gleichen Weise, wie ich es bei Musca vomitoria beschrieben und abgebildet habe. Auch hier sind die Kerne der Nährzellen ganz unregelmäßig eingebuchtet, bestehen bei der von mir angewandten Methode aus vielen dicht neben einander liegenden Kügelchen von etwa gleicher Größe und deutlicher, wenn auch nicht sehr intensiver, Färbbarkeit sowie aus einem dazwischen befindlichen Kernsaft. Offenbar gehen sie ihrer Auflösung entgegen. Das Plasma der Nährzellen ist ganz feinkörnig homogen gefärbt und ein Zapfen gleichen Plasmas ragt durch die erwähnte Öffnung in das Ei eine Strecke weit hinein (Fig. 18).

Ich habe nicht weiter verfolgt, wie sich ein solches in Fig 18 abgebildetes Keimbläschen allmählich in die erste Richtungsspindel umformt, da diese Frage hier augenblicklich weniger interessirt. Thatsache ist, dass in den älteren Eiern des Ovariums eine solche Spindel mehr oder weniger voll ausgebildet bereits vorliegt. Das Vorhandensein der Spindel in reifen Ovarialeiern ist bereits von Blochmann (2) beobachtet worden. Allerdings ist mir eine so lang ausgezogene Spindelform, wie er sie in Taf. XXVI, Fig. 1 *b* abbildet, in welcher die Längsachse die Querachse um ein Vielfaches übertrifft, niemals zu Gesicht gekommen. Fig. 1 stellt eines der ältesten Eier des Ovariums dar. Man bemerkt etwas unterhalb der animalen Spitze die rundliche Kernvacuole und in ihr einen parallel zur Eiperipherie gestellten Äquator deutlicher Chromatinstäbchen. Eine Vergleichung der bei derselben Vergrößerung gezeichneten Fig. 18 und 1 ergiebt, welche erhebliche Reduktion gegen den Umfang des jüngeren Keimbläschens auch hier eingetreten ist.

Eines der frühesten aber bereits in Spindelgestalt vorliegenden Stadien des Eikernes zeigt in stärkerer Vergrößerung Fig. 20. Die bereits äquatorial gestellten Chromatinkörnchen sind nicht scharf von einander getrennt und mit etwas unregelmäßigen Kontouren versehen. Aber sie stehen schon in der für die Spindelbildung erforderlichen Stellung, parallel zur Hauptachse der Spindel. Der Breitendurchmesser der Spindel ist größer als der Längsdurchmesser.

Ebenfalls parallel zur Hauptachse verlaufend bemerkt man ziemlich derbe und unregelmäßige Züge einer feinkörnigen Substanz, wohl eine frühe Anlage achromatischer Spindelfasern. Da der Kernraum nicht durch eine Membran nach außen abgegrenzt ist, gewährt es häufig fast den Anschein, als ob das umgebende Plasma durch kleine Fortsätze mit der achromatischen Streifung in direkter Verbindung stände (Fig. 20).

In Fig. 23 ist die Polansicht der Chromatinplatte aus einem etwas älteren, d. h. in der Ovarialröhre dem Ausgange näher liegenden Ei dargestellt. Man zählt 14 Chromatinbrocken von ungleicher Gestalt und verschiedener Größe, wenn auch ein bestimmtes Mittelmaß ein deutliches Übergewicht hat. Die Chromatinstäbchen sind im Inneren etwas heller, eine Andeutung dafür, dass sie aus einem verschiedenartigen centralen und peripheren Theile bestehen. Die Stäbchen liegen in dem erwähnten hellen Kernraume, welcher von einem scheinbaren, feinkörnigen, schwachen Netzwerke durchzogen wird, eine polare Ansicht der in Fig. 20 seitlich gesehenen achromatischen Spindelsubstanz.

Betrachten wir ein Ei aus dem nächst älteren Eifache, wie es in Fig. 19 dargestellt ist, so erscheint hier der Kernraum deutlich tonnenförmig. Die Chromatinstäbchen haben noch die entsprechende Stellung wie in Fig. 20, aber sie sind deutlich individualisirt, dabei bemerkbar kleiner und hantelförmig in der Mitte eingeschnürt, ein Verhalten, von welchem ja in Fig. 20 und 23 bereits Andeutungen sich zeigten.

Eine bemerkenswerthe Veränderung bietet die achromatische Substanz. Aus der groben unregelmäßigen Faserung der Fig. 20 sind hier zahlreiche feine parallele Fäden geworden, welche nun das typische Bild einer achromatischen Spindelstreifung darbieten.

In Fig. 21 ist wiederum die Polansicht der chromatischen Äquatorialplatte gezeichnet. Die Chromatinstäbchen sind deutlich zweitheilig, etwa von gleicher Größe und im Ganzen etwas geringerem Volumen als früher. Die Volumenabnahme scheint jedoch nicht auf Kosten der färbbaren Substanz erfolgt zu sein, da es den Eindruck macht, als wenn mit der Verkleinerung der Körperchen ein etwas dunklerer Farbenton, besonders der mittleren Partien, verbunden sei. Der helle Kernraum lässt Pünktchen einer etwas dunkleren Substanz erkennen, offenbar die Querschnitte der in Fig. 19 in Längsansicht abgebildeten achromatischen Fäden.

Aus dem nächst älteren Ei ist die Chromatinsubstanz, abermals in polarer Ansicht, in Fig. 22 abgebildet. Die einzelnen Chromatinstäbchen sind hier etwas weniger stark kontrahirt als in Fig. 21 und lassen im Inneren der kugelförmigen Abschnitte meist eine hellere Stelle erkennen. Es kommen hier also offenbar geringe Verschiedenheiten unter den Eiern vor; denn das auf Fig. 22 in der Richtung nach dem Ausgange folgende und in Fig. 24 in seiner Chromatinsubstanz abgebildete Ei zeigt wieder mehr die Verhältnisse der Fig. 21.

Zweierlei ist den Chromatinstäbchen dieser drei Figuren 21, 22, 24 gemeinsam, das ist erstens die Zweitheilung und zweitens die Zahl der Chromatinelemente. Die Stäbchen sind in der Mitte deutlich eingeschnürt und sehen aus wie je zwei in der Mitte durch einen dünneren Stiel verbundene Kügelchen. Aber von dieser Regel finden sich Ausnahmen: In Fig. 21 und 22 bei *a* ist nur ein einziges Kügelchen zu sehen, wogegen bei *a* in Fig. 24 ein Chromatinstäbchen die übrigen beträchtlich an Größe überragt. Und noch etwas Anderes fällt auf. Die Spindeln, wie deren in Fig. 19 und 20 abgebildet sind, zeigen immer eine zur Hauptachse der Spindel parallele Stellung, so dass man erwarten dürfte, bei polarer Ansicht, wie in Fig. 21, 22, 24 die Chromatinstäbchen je nur durch ein einfaches Pünktchen dargestellt zu finden, wofern dieselben nur aus zwei Kügelchen beständen. Statt dessen erscheinen die Stäbchen bei beiden Ansichten unter gleicher Gestalt, woraus der Schluss zu ziehen wäre, dass wir jedes Chromatinelement aus vier Kügelchen derartig aufgebaut uns denken müssen, dass jedes Kügelchen die Ecke eines kleinen Quadrates einnähme. Allerdings würde man da erwarten, eines solchen Quadrates auch einmal von der Fläche ansichtig zu werden und nicht nur von der Kante, wie es in den Figuren gewöhnlich erscheint. Aber man möge in Erwägung ziehen, dass bei der senkrechten Stellung der Chromatinelemente (Fig. 19 und 20) eine Flächenansicht derselben in den polaren Bildern (Fig. 21, 22, 24) gar nicht erhalten werden kann, während bei seitlicher Ansicht (Fig. 19 und 20) die einzelnen Elemente sich gegenseitig zu sehr verdecken und beschatten, um bei ihrer Kleinheit das gewünschte Bild oft deutlich zu sehen. Übrigens gelingt es bei guter Beleuchtung in der That mit völliger Sicherheit derartig gestellte Chromatinelemente zu sehen, wie ich sie in Fig. 19 bei *s* dargestellt habe.

Dagegen würde in Fig. 21 und 22 bei *a* ein nur aus zwei Kügelchen gebildetes Stäbchen in polarer Ansicht vorliegen. Bei Veränderung des Focus erscheint und verschwindet es gleichzeitig mit den anderen Chromatinelementen, hat also die gleiche Tiefe wie diese. Andererseits könnte das Stäbchen *a* in Fig. 24 als die Diagonalansicht des quadratischen Chromatinelementes gedeutet werden, dadurch erhalten, dass das Quadrat dem Beschauer die eine Spitze zukehrt.

Was die Zahl der Chromatinelemente anbetrifft, so zähle ich in allen vier von der Polseite gesehenen Spindeln (Fig. 21—24) übereinstimmend vierzehn. Wir dürfen demnach diese Zahl wohl als typisch für die vorliegende Art ansehen. Ob wir allerdings in ihnen auch das gleiche Quantum an Chromatinsubstanz voraussetzen dürfen, ist eine andere Frage; denn in Fig. 23 erscheinen mehrere, in Fig. 21 und 22 (bei *a*) je eines und in Fig. 24 gar keines der chromatischen Elemente punktförmig. Da wir nun die Punkte als Vertikalbilder von Stäbchen aufzufassen haben, so ist klar, dass die Chromatinsubstanz in um so geringerer Menge bei gleicher Zahl vorhanden ist, je mehr einfache Stäbchen an Stelle von Doppelstäbchen gezählt werden. Die Gebilde sind aber zu klein, um darüber ein Urtheil abzugeben, ob nicht vielleicht einige andere Elemente auf Kosten der solchergestalt halbirten etwas voluminöser geworden sind.

2. Die ersten Kernveränderungen im abgelegten Ei.

Wenn ich auch wünschen möchte, in kleinsten Schritten die Weiterentwicklung des Eies zeigen zu können, so setzt doch die Beschaffung des Materials diesem Postulat gewisse Grenzen. Aber ich gebe mich der Hoffnung hin, dass man auch ohne völlige Verwirklichung dieses Ideals meiner Auffassung des nächstfolgenden in Fig. 25 abgebildeten Stadiums beipflichten wird.

Ein Theil des Kernraumes ist leider verdeckt. In dem freien Theile bemerkt man wiederum hantelförmige Körper in paralleler Anordnung, welche auch hier senkrecht gegen die Oberfläche des Eies sich erstrecken. Wir haben in den hantelförmigen Körpern offenbar die gleichen Gebilde vor uns, welche, z. B. in Fig. 19, die chromatische Äquatorialplatte ausmachen; aber die Körnchen sind hier durch Aufnahme oder Erzeugung einer hellen Substanz beträchtlich aufgequollen, so sehr, dass scheinbar nur der Saum einen feinkörnigen schwach gefärbten Kontour darstellt. Das Mittelstück der Hantel ist sehr gewachsen, nicht nur in die Länge, sondern auch in die Dicke. Da dieses Mittelstück feingekörnt und deutlich gefärbt ist, gegen die Umgebung sich scharf absetzt, aber direkt und ohne eine Grenze in die Peripherie der Endkügelchen übergeht, so dürfen wir es seiner Substanz nach einstweilen wohl mit dem gefärbten Überzuge der Kügelchen identificiren. Dann ist aber klar, dass sich die Hauptmasse des Chromatins in dem Verbindungsstiele befindet.

Wie die ursprünglichen Chromatinelemente aus je zwei Stäbchen, und diese wieder aus je zwei mit einander verbundenen Kügelchen bestanden, so müssen wir annehmen, dass in jeder Hälfte der Hantelfigur (Fig. 25) der Abkömmling eines Stäbchens erblickt werden müsse. In einigen der Endkügelchen bemerkt man eine Querlinie oder wohl ein Pünktchen, letzteres vielleicht der optische Querschnitt einer den Innenraum durchziehenden Verbindungsfaser (Fig. 25 *z*).

Vielleicht ein wenig weiter vorgerückt ist die in Fig. 26 abgebildete Kernfigur. Sie stammt, eben so wie die Fig. 25 und auch die nächstfolgenden, aus einem Ei, welches ziemlich genau 10 Minuten nach der Ablage konservirt wurde. Fig. 26 bietet sonst die gleichen Verhältnisse wie Fig. 25. Man sieht, dass gegen Fig. 19 und die anderen jungen Kernspindeln das Volum beträchtlich zugenommen hat, und dass jetzt der Breitendurchmesser die Längsachse erheblich an Länge übertrifft. Von den chromatischen Elementen habe ich in Fig. 26 nur eine beschränkte Zahl eingezeichnet, wie sie bei einer gewissen Focuseinstellung zusammen hervortraten, um das Bild durch die darüber und darunter liegenden nicht zu verwirren.

Die chromatischen Elemente erscheinen auch hier unter der Gestalt langgestreckter Hanteln, wie in Fig. 25, nur mit dem Unterschiede, dass die chromatischen Verbindungsstäbe nicht mehr mit etwas verbreiterten Enden den Endknöpfen ansitzen, sondern dass die chromatische Substanz begonnen hat, von den Enden der Stäbe gewissermaßen nach der Mitte zusammen zu strömen, so dass dort eine geringe Verdickung sich einzustellen beginnt. Die Endknöpfe haben sich nicht verändert, bestehen zumeist aus einer farblosen Masse und lassen, wenn sie auch gewöhnlich in der in Fig. 26 gezeichneten Gestalt erscheinen, dennoch gelegentlich die Zusammensetzung aus zwei Kügelchen erkennen.

Es würde jedoch fehlerhaft sein, das Hervortreten zweier mit einander verbundener Kügelchen für das Wesentliche zu halten. Vielmehr drücken wir uns vielleicht besser so aus, dass wir den einheitlichen Begriff des Stäbchens festhalten, aber dabei bemerken, dass häufig, und besonders zu gewissen Zeiten, das Stäbchen etwas voluminösere Enden erhält. Denn ich habe mich in dem Präparate, welches der Fig. 31 *a* und 31 *b* zu Grunde liegt, sowie in anderen gleichalterigen vergeblich bemüht, die Zusammensetzung der Stäbchen aus zwei Kügelchen festzustellen. Fig. 31 *a* und 31 *b* zeigt die beiderseitigen Stäbchengruppen einer Spindel wie Fig. 26, welche auf zwei Schnitte dadurch vertheilt sind, dass das Messer gerade zwischen ihnen hindurch ging. Hier sind die Stäbchen meist zu Kugeln aufgedunsen, sind also durchaus einheitliche Gebilde. An einem anderen Präparate trat sogar unverkennbar hervor, dass mehrere der neben einander liegenden Kugeln zu einem gestreckten Stabe verschmolzen waren.

Mit den hellen Kugeln sind in Fig. 31 beiderseits die chromatischen Verbindungsstücke vereinigt geblieben. Man sieht von oben darauf und erscheinen sie demnach als intensiv gefärbte Punkte oder Stäbe, welche an den hellen Kugeln enden. Verwirrender ist natürlich das Bild in solchen Präparaten, durch welche das Messer in schräger Richtung hindurchging, besonders wenn auch die hellen Kugeln nicht in einer Höhe zu liegen scheinen (vgl. Fig. 25). Fig. 31 ist auch in so fern günstig, als sie über die Zahl der Elemente in jeder Kernhälfte Auskunft gewährt. Zwar habe ich bei der Gruppe *z* eine Zeit lang geschwankt, ob eigentlich dort zwei oder drei Kügelchen vorhanden seien; doch glaube ich mich überzeugt zu haben, dass es drei sind, so dass sich damit die Zahl vierzehn wieder ergeben würde, eine Zahl, welche ja bei Halbirung der ursprünglichen Chromatinelemente zu erwarten war.

Eine etwas weitere Ausbildung der Spindel zeigt Fig. 27. Es ist nämlich die chromatische Substanz der Verbindungsstücke noch stärker nach deren Mitte geströmt, so dass es stellenweise bereits schwierig resp. unmöglich ist, die Verbindung mit den beiderseitigen Stäbchen zu bemerken. Die Stäbchen erscheinen hier in diesem Präparat mehrfach als aus zwei Kügelchen bestehend, welche mehr oder weniger schräg gegen die Erstreckung der Verbindungsstücke gerichtet sind. Jedoch ist es bei einer derartigen Seitenansicht schwer zu entscheiden, ob zwei neben einander liegende Kügelchen wirklich zusammengehören, oder ob nicht das eine nur etwas tiefer liegt und als selbständig angesehen werden sollte.

Während die bisher betrachteten Spindeln aus einer Anzahl Eier herstammen, welche gemeinschaftlich etwa 10 Minuten nach der Ablage konservirt wurden, so dass also die in Fig. 25—27, 31 dargestellten Veränderungen eine Zeit beanspruchen, welche während der Ablage von sechs Eiern verstreicht, bieten etwa 15 Minuten nach der

Ablage konservirte Eier Bilder, wie ich sie in Fig. 28 und 30 wiederzugeben versucht habe.

Wir finden jetzt drei Zonen von Chromatinkörnern (1, 2, 3) und können dieselben ohne Schwierigkeit mit dem letzten Stadium (Fig. 27) in Einklang bringen, indem wir sagen, die chromatische Zone 1 und 3 entspricht den beiderseitigen Kügelchen, die Mittelzone 2 dagegen dem chromatischen Mittelstück der Fig. 27 (und vorhergehenden), welches dadurch zur Kugelform gelangte, dass das begonnene Fortströmen der Substanz des Mittelstückes vom Rande nach der Mitte zu sich bis zum äußersten fortsetzte. Auf die Weise vereinigte sich die Substanz der ursprünglich stabförmigen Verbindungsstücke je zu einer in der Mitte gelegenen Kugel. Wenn die Kugeln der Fig. 30 (2) nicht in einer Ebene zu liegen scheinen, wie es deutlicher z. B. bei Fig. 28 der Fall ist, so hat das seinen Grund einerseits darin, dass die Ebene nicht genau senkrecht getroffen ist, so dass die tieferen Körnchen seitlich zum Vorschein kommen, andererseits aber auch darin, dass die Kügelchen in der That durchaus nicht immer so genau liegen, wie es das Schema verlangt, wobei es gleichgültig ist, ob diese kleinen Unregelmäßigkeiten etwas Natürliches oder Kunstprodukte sind. Sind es Kunstprodukte, dann kann der Zwang, der die Kügelchen etwa genau in der gleichen Ebene fesselt, kein sehr großer sein.

Der helle Kernraum ist in den Stadien der Fig. 25—28, 30, 31 ganz in der gleichen Weise von einem ganz feinen Netzwerke erfüllt, dessen Knotenpunkte bei guter Beleuchtung als etwas verdickte Pünktchen und Stäbchen von höchst geringer Lichtbrechung gesehen werden. In den älteren Stadien, z. B. Fig. 27, macht sich in der äquatorialen Region eine geringe Trübung geltend, welche in Fig. 28 und 30 mit einer deutlichen Einbuchtung des Kernraumes vom Rande her in der Verlängerung der Mittelplatte (Fig. 28 *2* und 30 *2*) den Anschein erweckt, als fände dort ein Einströmen von geringen Mengen von Plasma aus der Umgebung statt.

Einen Übergang von diesen Stadien zu den demnächst zu beschreibenden bildet vielleicht Fig. 29. Die hier abgebildete Theilungsfigur stammt aus einem Ei, welches nach der Befruchtung noch längere Zeit im Uterus des Thieres verweilte und dort die Entwicklung begann. Es mochten wohl 15 Minuten vergangen sein, ehe ich ein im Freien während der Ablage eingefangenes Weibchen zu Hause abtödten konnte. — Ich bilde das Stadium besonders aus dem Grunde hier ab, weil es außer den beiden aus einander gewichenen Gruppen von Chromatinkörnern in der Mitte die chromatische Äquatorialplatte erkennen lässt, welch' letztere nicht mehr aus einzelnen Kugeln besteht, sondern aus einer

Schicht feinster Körnchen. Nur ganz links scheint noch ein einzelnes Kügelchen bestehen geblieben zu sein. Ein Zerfall einer Kugel der Mittelzone ist ja auch in Fig. 28 (2) ganz rechts zu bemerken.

Im Übrigen weicht die Figur nicht erheblich von den bisher geschilderten und den nachfolgenden ab. Besonders deutlich tritt hervor, dass die Chromatinkörner in den beiden Gruppen sehr dicht gedrängt liegen, viel dichter als es bisher irgendwo erschienen ist. Der helle Hof im Bereich der ganzen Figur ist so sicher wie sonst nicht zu bemerken, nur die beiden Chromatingruppen sind von einem deutlichen Heiligenscheine umgeben. Sonst ist außer der äquatorialen Platte, einem in der Tiefe erscheinenden Streifen, sowie außer dem einsamen seitlichen Kügelchen und einer Art von Längsstreifung nichts zu erwähnen.

Es ist sicher, dass vorliegendes Ei nicht mit dem zur Konservirung benutzten heißen Wasser in Berührung gekommen ist, da es sich ja noch im Leibe des Schmetterlings befand. Man könnte desswegen meinen, dass hier die natürlichen Verhältnisse gewahrt seien, während die anderen Figuren nur als Kunstprodukte betrachtet werden müssten. Nun, ich beanspruche gar nichts Anderes als Kunstprodukte zu beschreiben, wie denn überhaupt meiner Meinung nach der lebende Inhalt organischer Zellen nicht anders als in künstlicher Umgestaltung konservirt werden kann. Ob aber die dichte oder die lockere Lagerung der Chromatinkörner mehr den natürlichen Lagebeziehungen entspricht, dürfte nicht ganz leicht zu entscheiden sein. Sollte wirklich die getrennte Stellung der Chromatinkörnchen in einer Quellung der Zwischensubstanz ihre Ursache finden, so kann ich derselben nur dankbar sein; denn nur dadurch würde alsdann die Erkenntnis der Beziehungen der Chromatinelemente möglich werden. Außerdem wäre die gegenseitige Lage der Elemente zu einander (vgl. Fig. 27) eine so gleichmäßige geblieben, gleichmäßig auch auf allen Präparaten unter einander (vgl. Fig. 26—28 etc.) (und dieselbe Gleichmäßigkeit wird sich bei sämmtlichen späteren Stadien zeigen), dass man also, selbst eine Quellung angenommen, dieser nur den einzigen Vorwurf machen könnte, die achromatischen Elemente zerstört zu haben.

Von einem Centrosoma resp. einer plasmatischen Strahlung habe ich in allen bisher beschriebenen Stadien nichts bemerken können.

3. Veränderungen des Eikernes bis zur Abstoßung des ersten Richtungskörpers und des Thelyid[1].

Trat uns die Kernfigur bisher in annähernd rundlicher Form entgegen, so hat sich das erheblich geändert in dem mir zunächst vorliegenden Stadium. Die Figur hat sich mehr gestreckt und hat im Gegensatz zu anderen Kerntheilungen eine scharf abgesetzte Hervorwölbung dort erhalten, wo sonst die Einschnürung zu sitzen pflegt (Fig. 32). Wenn ich auch hier wieder nicht die genauen Übergänge vorführen kann, so sehe ich doch die Kluft zwischen Fig. 28 und Fig. 32 nicht für so bedeutend an, dass sie eine einfache Überlegung nicht überbrücken könnte.

---

[1] Die Erklärung des Ausdruckes erfolgt am Schluss der Arbeit.

Es leuchtet sofort ein, dass die hauptsächliche Veränderung die achromatische Substanz betrifft, welche erheblich an Masse zugenommen hat, indem einerseits die Entfernung zwischen den chromatischen Hälften viel größer geworden ist (Fig. 32) und andererseits sich die beiden anderen Arme des nun durch die Figur gebildeten Kreuzes mit achromatischer Substanz angefüllt haben. Was kann wohl die Ursache dieses plötzlichen Wachsthums und der Entstehung der sonderbaren Gestalt gewesen sein? Gegen Fig. 28 und 30 vermissen wir hier die bisher deutlich vorhandene Mittelplatte. In Fig. 28 und 30 (2) aus getrennten Kügelchen bestehend, in Fig. 29 zum größten Theil zu einer einheitlichen feinkörnigen Platte vereinigt, ist in Fig. 32 und den folgenden von derselben in der Regel durchaus nichts mehr zu bemerken. Feine Körnchen, welche gelegentlich am Rande der Figur und auch weiter im Inneren angetroffen werden und von mir auch in Fig. 32 z. B. angedeutet sind, haben meiner Meinung nach mit den Körnchen der Mittelplatte nichts zu schaffen: Sie sehen nach Größe, Gestalt und Färbung den Körnchen ähnlich, welche das umgebende Plasma reichlich erfüllen, und da letzteres durch keinerlei Membran von dem Kernraume abgegrenzt ist, so mögen sie aus dem zur Vermehrung der achromatischen Substanz verbrauchten Plasma übriggeblieben sein.

Schon eher mit der ursprünglichen Mittelplatte in Verbindung zu setzen sind größere Kügelchen, welche gelegentlich in dem Mittelraume, und zwar in der Region der Hauptachse und mit besonderer Vorliebe mehr der äußeren Chromatinplatte genähert ins Auge fallen, Kügelchen, wie ich deren eins nur in der Einzahl vorhandenes und durch besondere Größe auffallendes in der etwas älteren Fig. 34 eingezeichnet habe, während in Fig. 33 ein Beispiel mit einer besonders großen Zahl derselben vorgeführt wird. Solche Kügelchen stellen etwas Besonderes dar. Denn wenn derartige Gebilde von gleicher Homogeneität, Färbung und Größe vereinzelt auch sonst in dem Randplasma vorkommen, so ist es doch auffallend, dass sie sich gelegentlich zu drei bis sechs Stück in der mittleren Region versammeln sollten. Sie mögen daher immerhin von der ursprünglichen Mittelplatte hergeleitet werden können. Jedoch habe ich 14 Kügelchen, wie sie aus der Theilungsfigur erwartet werden müssten, niemals zählen können, und muss daher deren Auflösung annehmen. Zieht man vor, von einer feinen Vertheilung zu sprechen, so wird sich auch hiergegen wenig einwenden lassen. Hervorheben möchte ich jedoch, dass diese feine Vertheilung resp. Auflösung Hand in Hand geht mit dem Zuwachs der achromatischen Substanz. Was liegt näher, als beide Erscheinungen mit einander in Verbindung zu bringen?

Man könnte sagen, durch irgend eine unbekannte Ursache seien die beiden chromatischen Seitenplatten der Fig. 27 in einen abstoßenden Gegensatz zu der Mittelplatte gerathen, und diese gegenseitige Abstoßung bewirke nicht nur die Entfernung der Seitenplatten von einander, sondern auch die Komprimirung der ursprünglich spindelförmig gestalteten Mittelplattenelemente zur Kugelform, wie sie in Fig. 28 und 30 vorliegt. Die fortgesetzte Abstoßung habe ferner die Seitenplatten immer weiter getrennt, gleichzeitig aber auch bewirkt, dass die unter dem Kontakt der sich auflösenden Mittelplatte neu auftretende achromatische Substanz in ihrem Bestreben, sich den Seitenplatten fern zu halten, gezwungen sei, in der Richtung des Äquators auszuweichen, so weit die eigene Kohäsion und der Widerstand der begrenzenden Eitheile es gestatte. So sei das eigenthümliche Kreuz der Theilungsfigur entstanden. Dass gelegentlich Kügelchen der Mittelplatte, wie Krystalle in einer gesättigten Lösung, übrig bleiben können, verursacht keine erheblichen Schwierigkeiten.

Die Chromatinkugeln haben sich bisher nicht wesentlich verändert. In dem Stadium der Fig. 28 und 30 aus einer hellen Grundmasse bestehend, durch welche feine chromatische Kügelchen oder chromatische Netzwerke gleichmäßig ausgebreitet sind, ist in dem Stadium der Fig. 32 mit der inneren Platte keine bemerkbare Veränderung vorgegangen, während die Elemente der äußeren Platte eine gewisse Neigung, sich wieder zu einem kleineren Volumen zu kontrahiren, frühzeitiger erkennen lassen. Einige Präparate zeigen, dass auch die innere Platte später eine solche Kontraktion ihrer Theilstücke erleidet. Diese erscheinen dann bei einer gewissen Lage mehr stäbchenförmig und sind nicht mehr so regelmäßig angeordnet wie bisher (Fig. 32 oben).

Sehr bald ändert sich der Zustand wieder, und es tritt Dasjenige ein, was in Fig. 34 abgebildet ist. Im Inneren der Chromatinkörperchen hat sich wiederum mehr von der farblosen Grundmasse angehäuft und eine Aufblähung bewirkt. Aber auch so noch haben die Körper eine stäbchenförmige Gestalt, wie Fig. 34 *a* erkennen lässt. Links ist ein solches Stäbchen in seitlicher Ansicht, rechts von vorn gesehen abgebildet. Die chromatische Substanz ist mit knötchenförmigen Verdickungen an der Peripherie der kleinen Walze angehäuft, außerdem aber bemerkte ich noch eine chromatische Achse in derselben, welche bei Ansicht von vorn natürlich nur als Punkt gesehen wird. Regelmäßig haben die Körperchen in dieser Ausbildung sich wiederum in einer Äquatorialebene aufgestellt, parallel zu der ursprünglichen. Damit ist äußerlich die Bereitschaft zu einer abermaligen Theilung angedeutet.

Bereits in dem Stadium der Fig. 32 ist in den die Chromatinkörner enthaltenden Armen des Kreuzes die Neigung zu erkennen, sich von dem Mittelstücke abzutrennen, indem die plasmatische Umgebung beiderseits an der Ursprungsstelle der Arme vom Mittelstück gewissermaßen einzuströmen beginnt. In dem Stadium der Fig. 34 ist die Abtrennung bereits ausgeführt, wenn auch hier und gelegentlich auf noch späteren Stadien (Fig. 36) eine etwas hellere Zone von dem ursprünglichen Zusammenhange Zeugnis ablegt.

Erst jetzt, wenn die beiderseitigen Chromatinmassen mit einer Portion der achromatischen Substanz sich abgetrennt haben, kann man von der vollendeten Bildung des ersten Richtungskörpers sprechen. Die nach außen gewandte nun abgeschnürte Portion stellt das erste Richtungskörperchen vor. Zwar deutet vielleicht eine sich über dem zukünftigen Richtungskörper in Fig. 32 einstellende Vertiefung wie eine alte Reminiscenz darauf hin, dass eigentlich ein Ausstoßen erforderlich sei; aber es kommt nicht dazu, und der Kern bleibt eine Strecke von der Peripherie entfernt im Plasma liegen.

Man ist gewohnt, bei der Kerntheilung die gesammte Masse des Mutterkernes in die Tochterkerne übergehen zu sehen, und auch bei der Bildung der Richtungskörper ist mir keine Angabe bekannt, dass ein bestimmter Theil aus der Spindelfigur für die Theilungsprodukte verloren gehe. Um so mehr muss es daher Verwunderung erregen, dass hier unzweifelhaft ein beträchtliches Stück der Spindel beseitigt wird. Es repräsentirt dieses Stück den Mitteltheil und die äquatorialen Arme des achromatischen Kreuzes. Ich erinnere aber daran, dass es nicht eigentliche Arme sind, dass wir es in ihnen vielmehr nur mit Schnitten durch eine flach gedrückte Scheibe zu thun haben.

Wie die beiden neugebildeten Kerne aus einander rücken, bleibt also in der Mitte zwischen ihnen die Scheibe achromatischer Substanz unbenutzt liegen (Fig. 34). Bildet die in sie eingezeichnete Kugel (Fig. 34) wirklich ein Stück der Verbindungsfasern, so würde daraus noch deutlicher werden, dass in der That die Substanz der Verbindungsfasern mit der achromatischen Scheibe entfernt ist. Jedenfalls lehrt der Augenschein, dass die achromatische Scheibe diejenige Region darstellt, welche in Fig. 28 und 30 von der Mittelplatte (*2*) eingenommen wurde. Der Befund ist unzweifelhaft. Wir werden von nun an bei allen nächsten Präparaten die beseitigte achromatische Scheibe als eine Insel im Randplasma wiederfinden. Außer dem gewöhnlichen chromatischen ersten Richtungskörper ist noch ein achromatischer abgeworfen.

4. Bildung des zweiten Richtungskörpers.

Wir haben die beiden durch Theilung entstandenen Kerne auf dem Stadium verlassen, dass die aufgeblähten Chromatinstäbchen sich wieder zu einer äquatorialen Platte zusammengefügt hatten. In welcher Weise die Spaltung der Chromatinstäbchen bei der nun rasch erfolgenden Theilung der beiden Tochterkerne besorgt wird, vermag ich nicht anzugeben, da ich von dem entscheidenden Stadium leider keine Präparate besitze. Jedoch dürften die Verhältnisse der soeben erst vollendeten Halbirung der Chromatinsubstanz noch einige Rückschlüsse auf den Vorgang der Theilung gestatten.

Die Theilung könnte in der Weise erfolgen, dass die Hälfte der Chromatinkörnchen ohne Weiteres nach der einen Seite, die andere Hälfte nach der entgegengesetzten in die Kernvacuole rückten. In dem Falle würde eine ganz unzweifelhafte Reduktionstheilung im Sinne WEISMANN's vorliegen. Eine andere Möglichkeit ist die, dass die Chromatinstäbchen in zwei Hälften gespalten werden, so dass bei diesem Theilungsprocess jederseits die anfängliche Anzahl von Chromatinelementen angetroffen werden müssen, bei jenem anderen nur die Hälfte.

Wenn ich auch das Anfangsstadium der Theilung nicht bekommen habe, so glaube ich dennoch denjenigen Theilungsmodus annehmen zu sollen, welcher die Konstanz der Zahl sichert. Betrachtet man die ersten, also für vorliegenden Fall mütterlichen Figuren in Fig. 28, 30, 32, 34, so ersieht man daraus ohne Weiteres, dass die jederseits vorhandenen 14 Chromatinelemente derartig gruppirt sind, dass bei Seitenansicht und mittlerer Einstellung stets vier bis fünf Elemente deutlich gesehen werden. Ganz das Gleiche ist der Fall mit den Tochterkernen Fig. 35, 36. Außerdem sind die einzelnen Chromatinkörnchen in den Tochterkernen merklich kleiner als in den Mutterkernen, was bei einer einfachen Reduktionstheilung nicht anzunehmen wäre. Hinzu kommt, dass ich zwar nur selten eine Flächenansicht der noch mit den einzelnen Körnchen ausgerüsteten Tochterkerne gesehen habe und bei der meist vorhandenen dichten Lagerung derselben und ihrer Kleinheit über das Zahlenverhältnis auch mit den stärksten Vergrößerungen nicht ins Reine kommen konnte, aber dennoch in dem in Fig. 38 gezeichneten Falle eine ziemlich sichere Angabe machen kann. Es stellt Fig. 38 den ♀ Pronucleus, nach Abgabe des zweiten Richtungskörperchen dar; es sind weit mehr als sieben der kleinen bläschenförmigen Chromatinelemente vorhanden, welche Zahl bei einfacher Reduktionstheilung erwartet werden müsste; ich habe deren etwa 14 gezählt.

Es dürfte demnach wohl das Einfachste sein, auch hier eine Theilung der einzelnen Chromatinelemente anzunehmen. Wird vorausgesetzt, dass dieselben in dem Mutterkerne sämmtlich die kurz stäbchenförmige Gestalt haben, wie sie in Fig. 34 *a* gezeichnet ist, so folgt aus der Betrachtung von Fig. 34, dass die Stäbchen alle parallel zu der demnächstigen Theilungsebene stehen und dass also alle Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass eine Längstheilung der Elemente stattfindet. Wir würden demnach auch öfter in den Tochterkernen schmale und dabei verhältnismäßig lange Stäbchen zu sehen erwarten müssen. Ich habe aber Derartiges nie bemerkt, woraus folgen würde, dass die Mutterelemente nur selten wirklich stäbchenförmig sind, sondern meist mehr kugelig (Fig. 34, 37) und ferner, dass auch bei gestreckten Theilhälften diese zur Kugelform sich abzurunden streben.

Wenn die z. B. in Fig. 34 abgebildeten Chromatinelemente sich theilen und dabei aus einander rücken, so erhellt, dass die Theilstücke Anfangs eine verhältnismäßig weitläufige Lagerung haben werden. Dieselbe ist in dem sich theilenden Richtungskörperchen der Fig. 35 noch erhalten. Sind die Hälften weiter aus einander gerückt (Fig. 36) so haben sich auch die Chromatinkügelchen dichter zusammengeschlossen.

Es ist mir aufgefallen, dass bei der Theilung der inneren Chromatinhälfte die einzelnen Chromatinkügelchen sich frühzeitiger zusammenzuschließen scheinen als die der äußeren, des ersten Richtungskörpers, ein Verhältnis, welches auch in Fig. 35 hervortritt. Man könnte die abweichenden Druckverhältnisse nach der Eimitte zu dafür verantwortlich machen wollen oder auch sagen, die der Oberfläche näher liegenden Abschnitte seien eher quellenden Einflüssen ausgesetzt. Wie dem nun auch sei, sobald die einzelnen neugebildeten Kerne sich weiter von einander entfernt haben und somit mehr selbständig geworden sind (Fig. 36), ist kaum ein Unterschied zwischen äußeren und inneren Kernen wahrzunehmen, sei es, dass die Druck- oder Quellungsursachen ihre Kraft verloren haben, oder sei es, dass die gegenseitige Anziehungskraft der Chromatinkügelchen eine größere geworden ist.

Wie geht aber die Theilung der Tochterkerne vor sich? In Fig. 35 sind im ersten Richtungskörperchen zwischen den aus einander gerückten Chromatinkügelchen und besonders in der Nähe derselben zarte

Andeutungen des von ihnen zurückgelegten Weges vorhanden. Auch in der Äquatorialebene ist eine allerdings nur so zarte Andeutung einer Kernplatte zu bemerken, dass es schwer zu sagen ist, durch welche Struktur eigentlich der Eindruck der Kernplatte hervorgerufen wird. Bei dem inneren Kerne sind diese Verhältnisse vielleicht noch etwas undeutlicher. Jedenfalls fällt Eines ohne Weiteres auf, dass die Abtrennung des ersten Richtungskörperchens unter ganz anderen Erscheinungen vor sich ging, unter Abwerfung eines ursprünglich ganz evident chromatischen Kerntheiles, der Mittelplatte (Fig. 27), welche ich später mit der starken ringförmigen Vorwölbung von achromatischer Substanz in Verbindung gebracht habe (Fig. 32). Eine derartige Vorwölbung der hier sonst ganz ähnlich gebauten achromatischen Substanz und im Gefolge davon ein Substanzverlust tritt bei dieser Theilung nicht ein.

Die Theilung des ersten Richtungskörpers und die Abtrennung des zweiten vollzieht sich ganz in der gleichen Weise. Alle die vier jungen Kerne entstehen, indem die sämmtlich parallel gestellten chromatischen Äquatorialplatten, umgeben von einem kugeligen oder ovalen Hofe von achromatischer Substanz, geradlinig aus einander rücken und durch dazwischen einströmendes Eiplasma getrennt werden. Es mag sein, dass die oben erwähnte nur schattenhaft angedeutete Kernplatte dem eindringenden Plasma den Weg bahnt.

In Fig. 36 sind die einzelnen Kernterritorien bereits deutlich von einander abgegrenzt. Wir haben also in dem am meisten nach innen gewandten Kerne den weiblichen Pronucleus vor uns, in dem darauf folgenden das zweite Richtungskörperchen. Weiter nach außen und durch das sich quer vorlagernde Thelyid davon getrennt, liegen hinter einander die beiden aus der Theilung des ersten Richtungskörpers entstandenen Kerne.

Eine Kerntheilung hat naturgemäß eine Ortsveränderung zur Voraussetzung. Es weichen beide Tochterkerne zunächst von der Äquatorialebene des Mutterkernes gleichmäßig zurück. Es fragt sich, wann wird die angefangene Bewegung ihr Ende erreichen? Die Theilstücke des ersten Richtungskörpers legen keinen großen Weg zurück. Besonders der innere der beiden Kerne scheint nur so weit von der mütterlichen Äquatorialebene fortzurücken, als er zu seiner Individualisirung nöthig hat. Sein Weg würde ihn auf das Thelyid losführen (Fig. 34, 35), aber er erreicht es nicht und macht eine Strecke davor Halt. Der äußere der beiden Kerne rückt ebenfalls zunächst nicht weit vor und bleibt eine Strecke von der Peripherie liegen.

Das zweite Richtungskörperchen vollzieht scheinbar eine geringe

Pendelbewegung. Zunächst auf dem Marsche nach der achromatischen Scheibe begriffen (Fig. 35), findet man es später (Fig. 36, 39) in entgegengesetzter Richtung vorgerückt. Vorgreifend will ich mittheilen, dass es alsbald aber wieder zu der ersten Bewegung zurückkehrt und, dem Rande zustrebend, sich zu den übrigen Richtungskörpern gesellt.

Stets die gleiche Richtung behält der ♀ Pronucleus bei und begiebt sich geraden Weges tiefer in das Eiinnere hinein. Was erleidet er aber hierbei für Veränderungen? Haben wir bisher eine völlige Übereinstimmung in der Entstehung und Ausbildung der vier Kerne feststellen können, so gilt das nicht minder für die nun eintretenden Veränderungen.

In dem Stadium der Fig. 36 sind die Chromatinkörnchen noch äquatorial angeordnet, in andern Präparaten erscheinen die Äquatorialplatten alsdann wie gelockert und verbreitert und wenn mir auch hier wieder der allmähliche Übergang zu Fig. 39 fehlt, so glaube ich doch die Entstehung der hier in den Kernen befindlichen chromatischen Netzwerke aus dem Bau des Netzwerkes selber zu lesen.

Betrachtet man z. B. den ♀ Pronucleus (Fig. 39), so lassen sich in dem im Allgemeinen recht gleichmäßigen chromatischen Netzwerke hier und da nicht nur stärker gefärbte Punkte und Linien, sondern auch kreisförmige Bezirke erkennen. In solchen kreisförmig erscheinenden Bezirken glaube ich die ursprünglichen Chromatinkügelchen erblicken zu sollen, welche nach außen hin zackig geworden sind, dann Ausläufer aussandten. Durch deren Verflechtung kam das chromatische Netzwerk zu Stande. — Die übrigen drei Kerne zeigen den gleichen Bau, nur sind die Theilstücke des ersten Richtungskörpers weniger deutlich, der äußere besonders schwer zu erkennen.

Eines fällt an den Kernen noch auf, nämlich dass der helle Hof, welcher früher die chromatische Äquatorialplatte umgab (Fig. 34—36 etc.), hier völlig geschwunden ist. Die Kerne sind kugelig, dabei ziemlich genau von derselben Größe wie ihre Jugendstadien (Fig. 36), so dass wir die Veränderung wohl dahin erklären können, dass die Substanz der hellen Höfe hier einfach in das Innere der Chromatinkügelchen und zwischen deren Ausläufer aufgenommen sei.

Von den hellen nicht schärfer abgegrenzten Höfen ist allein das Thelyid zwischen erstem und zweiten Richtungskörper übrig geblieben. Es liegt völlig frei, ohne irgend eine Verbindung mit den Kernen. Auffällig ist es, dass die Scheibe nicht genau senkrecht steht, sondern mit der linken unteren Hälfte stärker nach dem Rande zu gebogen ist (Fig. 34, 35, 36, 39). Hierdurch mag es wohl kommen, dass sie auf der nach außen gewandten Seite ziemlich stark eingebuchtet ist. Von irgend welchen größeren Kügelchen habe ich jetzt nie mehr etwas darin bemerken können.

5. Über reifende Spermatozoen im Hoden.

Durch die Untersuchungen von La Valette (13), Platner (11, 12) u. A. ist festgestellt, dass durch Aufknäuelung und weitere Veränderung der Verbindungsfasern bei den letzten Theilungen der Hodenzellen der sog. Nebenkern entsteht, ein Gebilde, welches mit in die reifen Samenfäden übergeht. Auch bei Insekten (Blatta germanica) geht nach La Valette aus dem Nebenkern das Zwischenstück zwischen Kopf und Faden hervor und die Zeichnungen Bütschli's (4) lassen direkt ersehen, dass der auf den Kernabschnitt folgende Theil des Insektenspermatozoon größtentheils vom Nebenkern seine Entstehung nimmt (Taf. XL, XLI).

Wenn mir auch bei den Spermatozoen der Weißlinge die Ausbildung eines distinkten Zwischenstückes nicht bemerklich geworden ist, so kann ich doch dem Sinne nach die obigen Angaben für vorliegendes Objekt bestätigen. Auch hier habe ich bei Konservirung mit Flemming'scher Flüssigkeit die Verbindungsfäden in den sich theilenden Spermatocyten in der bekannten Weise vorliegend gesehen, habe Stadien erhalten, wo nach vollendeter Theilung eine Art von Aufknäuelung erfolgte und späterhin ein Übergang zu einem mehr kompakten Körper. In den reifenden Spermatozoen, wie ich ein solches in Fig. 54 abgebildet habe, bemerkt man den Nebenkern *nb* als ein etwas in die Länge gestrecktes und von einer von Fäden durchzogenen Vacuole umgebenes dunkeles Körperchen. Er liegt dicht hinter dem kugeligen Kerne *n*, ist durchzogen von dem Achsenfaden, welcher sich einerseits bis zu einer an der Basis der Zelle liegenden Vacuole *v*, andererseits bis in die dünne Endverlängerung der Samenzelle erstreckt. Außerdem sind in derselben noch andere Körperchen zu bemerken, welche wohl dem Platner'schen (11) kleinen Mitosoma (*m*), sowie dem Centrosoma etc. entsprechen mögen. Wenn bei der weiteren Ausbildung des Samenfadens die einzelnen Theile sich mehr in die Länge strecken, werden die Verhältnisse zwar immer undeutlicher, aber man kann sich doch der Auffassung nicht verschließen, dass der Anfangstheil vom Kerne, die nächste Strecke von den Abkömmlingen der Verbindungsfasern, speciell dem Nebenkerne von Bütschli und La Valette eingenommen werden.

Da ich die Eier des Schmetterlings durch Hitze konservirt hatte, war es geboten, in gleicher Weise auch die Spermatozoen und deren

Bildungszellen abzutödten, wenn ein Verständnis für die Veränderungen der Samenfäden im Ei gewonnen worden sollte.

So bietet Fig. 55 ein Stadium, welches dem in Fig. 54 abgebildeten etwa entspricht, da es nur wenig jünger ist. Der Schmetterling ist durch $^1/_4$ Minute währendes Eintauchen in kochendes Wasser abgetödtet. Zur Kontrolle habe ich andere Thiere durch ein 1 Minute andauerndes Verweilen in Wasser von 70—72° C. sterben lassen, ohne bemerkbare Abweichungen in den hier zu besprechenden Verhältnissen.

Man sieht in Fig. 55 den runden Kern *n* mit den randständigen, intensiv gefärbten Chromatinkügelchen, neben und hinter demselben einen hellen Fleck, den Nebenkern *nb*. Während dieser also durch Reduktion der Osmiumsäure in Fig. 54 dunkel hervortrat, nimmt in Fig. 55 der Nebenkern keinen färbenden Stoff auf und tritt dadurch in Gegensatz zu dem umgebenden gefärbten Plasma. Ob das kleine Mitosoma Platner's hier mit dem Nebenkern verschmolzen ist, vermag ich nicht zu sagen; ich habe weder von ihm noch von einem Centrosoma oder sonstigen hervortretenden Kügelchen hier etwas sehen können. Der Nebenkern erschien gelegentlich mit ausgezackter Peripherie, ähnlich wie bei der Konservirung mit Flemming'scher Flüssigkeit, und lag in dem Falle im Inneren einer Vacuole derartig, dass die Zacken den Außenrand berührten. Im Inneren war der Nebenkern fein punktirt resp. zart netzförmig gebaut.

Außer dem Nebenkern war noch der Achsenfaden als schwer sichtbarer Streifen mit gleichem Verlauf wie in Fig. 54 zu erkennen. Eine Vacuole an der Basis (Fig. 54 *v*) habe ich hier nicht gesehen, wohl aber bemerkt, dass mehrfach das Ende der Samenzelle feine Vacuolen enthielt.

Die Konservirung durch Hitze ist besonders dazu geeignet, einen Einblick in den weiteren Ausbau vorzüglich des chromatischen Theiles der Samenzelle zu gestatten. Zwar habe ich hier die einzelnen Etappen nicht in lückenloser Reihe verfolgt, jedoch tritt das Eine unschwer zu Gesichte, dass der Kern in den jüngeren Stadien aus einer hellen Blase besteht, an deren Peripherie die wenig zahlreichen Chromatinkörnchen mit besonderer Vorliebe angeheftet sind. So ist es auch noch, wenn die Samenzelle sich bereits zu beträchtlicher Länge gestreckt hat. Dann aber tritt offenbar eine reichliche Entwicklung von Chromatinsubstanz ein, wodurch das bis dahin helle Kernbläschen ganz angefüllt wird. Ein späteres Stadium habe ich in Fig. 53 abgebildet. Der ganz mit Chromatin angefüllte Kern ist an die Spitze des Samenfadens gerückt. Vor ihm bemerkt man nur noch ein helles Kügelchen, vielleicht das

Centrosoma und ein kurzes Verbindungsstück, welches ihn noch an der Wand des Samenkanälchens festhält. Der auf jüngeren Stadien annähernd kugelige Kern hat sich hier bereits gestreckt und vielfach eine cirkumflexartige Gestalt angenommen. Von diesem Stadium findet man alle Übergänge bis zu jenem, welches in Fig. 56 abgebildet ist. Wie die Streckung des ganzen Samenfadens mehr und mehr zunimmt, so geschieht ein Gleiches mit dem Kern. Meist sind die so nadelförmig gewordenen Kerne ziemlich gerade, oft aber auch der Länge nach zart wellenförmig gebogen. Stärker gestreckte Kerne als in Fig. 56 abgebildet sind, habe ich in den von mir geschnittenen Hoden nicht gefunden; doch mag die Dehnung immerhin später noch zunehmen.

Die Samenfäden sind bündelweise[1] vereinigt und dort, wo sie mit ihren Köpfen konvergiren, liegt eine große Zelle. Unter einander sind die Fäden durch eine Zwischensubstanz verklebt, welche so fest haftet, dass es an konservirten Hoden kaum je gelingt, sie von einander zu trennen. Macerirt man Schnitte des gefärbten Hoden mit Drittel-Alkohol und versucht durch Klopfen des Deckglases die Elemente zu trennen, so brechen die Bündel zwar leicht der Quere nach durch, dagegen wird nur selten ein Stück der Länge nach abgetrennt.

Die auf den Kerntheil folgenden Abschnitte des Samenfadens sind in dem Bündel wegen der geringen Färbungsdifferenz schwer von einander zu unterscheiden, jedoch glaube ich in gewissen Längsstreifen auf Stadien der Fig. 53 die Achsenfäden zu erkennen und in hellen Partien zu Seiten desselben die gestreckten Nebenkerne. Noch undeutlicher ist das in den älteren Stadien der Fig. 56, hier fällt jedoch auf, dass sich ein besonderer Halstheil (*h*) klar abhebt, welcher jedoch dem Kopfe zugerechnet werden zu müssen scheint.

Eine erwünschte Ergänzung zu diesen von konservirten Samenfäden herrührenden Bildern geben die älteren Untersuchungen Bütschli's (4) über die Spermatogenese bei Insekten an frischem Material. Vergleicht man die Abbildungen von Bütschli mit meinen Fig. 53, 55, 56, so tritt die große Übereinstimmung zwischen beiden hervor, jedoch ist es an den Abbildungen Bütschli's noch augenfälliger, dass thatsächlich der auf den Kern folgende Abschnitt des Samenfadens vom Nebenkern eingenommen wird (Taf. XL, XLI).

Im Vas deferens trifft man die erwähnten Bündel von Samenfäden ebenfalls noch an und ist es sehr möglich, dass wir in ihnen echte Spermatophoren zu erblicken haben, welche solchergestalt in die weiblichen Geschlechtstheile befördert werden. Hier habe ich die Samenfäden im Receptaculum seminis isolirt angetroffen, sie befinden sich in dem frisch präparirten Receptaculum in einer wogenden Bewegung. Ein rasch getrockneter und mit EHRLICH's Hämatoxylin gefärbter Samenfaden eben daher ist von mir in gleicher Vergrößerung wie die übrigen Figuren der Taf. XXVI in Fig. 70 abgebildet. Nur das kernhaltige Ende ist mit der Camera lucida gezeichnet, das Übrige nach Abmessung mittels eines Fadens in willkürliche Schlingen gelegt.

---

[1] Ein gleiches Verhalten giebt Bütschli (4) für Hydrophilus piceus und Clythra octomaculata an (p. 529).

Man erkennt an der stärkeren Färbung unschwer das vom Kerntheil (Fig 70 *n*) eingenommene Vorderende. In der Länge desselben kommen kleine Schwankungen vor. An günstigen Exemplaren ist zu bemerken, dass der Kern nicht der einzige Bestandtheil des Vorderendes ist, sondern dass derselbe als dünner stark gefärbter Faden von einer weniger intensiv gefärbten zarten Hülle umgeben ist, welch letztere wohl vom Protoplasma herrührt. Das Ende des Kerntheiles gegen den Faden hin ist meist unschwer aus der Färbungsdifferenz zu erkennen, in Fig. 70 ist die Grenze auch noch durch eine schärfere Biegung angedeutet.

Wie Fig. 70 zeigt, ist zwischen Kerntheil und Faden des Spermatozoon in Bezug auf Längsausdehnung ein ganz beträchtlicher Unterschied. Man sieht, dass gegen das Stadium der Fig. 56 weniger der Kern als der Faden eine Veränderung erlitten hat. Die Erstreckung des Nebenkernes ist an den mir vorliegenden reifen Samenfäden nicht zu sehen und aus Mangel an Material habe ich hierüber keine eingehenderen Untersuchungen anstellen können. Ich glaube aber, dass die bisherigen und die nachfolgenden Angaben auch ohne diesen Nachweis deutlich sein werden.

Der reife Samenfaden aus dem Receptaculum seminis ist von einer erstaunlichen Länge. Ich habe zwei derselben, welche mir vollständig zu sein schienen, bei der immer von mir angewandten Vergrößerung gezeichnet und ihre Länge mit einem Faden bestimmt. Ich habe für den einen eine Erstreckung von nicht weniger als 90 cm festgestellt, für den anderen $82^1|_2$ cm. Das würde also eine wirkliche Länge von 1,216, resp. 1,115 mm für dieselben ergeben. Dabei sind die Fäden außerordentlich dünn; ich habe mich bemüht, in der Fig. 70 auch diese Dimensionen möglichst genau wiederzugeben.

6. Spermatozoen im Ei.

In der Mitte des oberen Polfeldes des Eikegels, wie immer an jenem Ende des Eies, welches bei der Ablage den Körper des Insektes zuletzt verlässt, befindet sich die Mikropyle (*m*) als eine einfache Durchbrechung der derben Eihülle an einer etwas eingesenkten und verdünnten Stelle derselben (Fig. 3, 38, 57). Glatt zieht unter ihr das peripherische Eiplasma hin an sämmtlichen, reifen wie unreifen, Ovarialeiern, so weit mir dieselben zu Gesicht gekommen sind. Anders an den frisch abgelegten Eiern. Übereinstimmend liegt bei ihnen ein heller, gegen das Plasma scharf abgesetzter, ziemlich großer, ovaler Raum unter der Mikropyle (Fig. 52, 71 *ef*). Ich erkenne in demselben eine gleiche Einrichtung, wie ich (8) sie im Ei der Schmeißfliege als Empfängnisfleck beschrieben habe. Dass genannter Fleck in der That eine Beziehung zu der Mikropyle haben muss, erhellt daraus, dass er nicht allein niemals eine andere Lagerung zu der Mikropyle einnimmt, sondern auch immer symmetrisch zu ihr steht. Selbst wenn Schrumpfungen das Volum des Eikörpers vermindert haben, verändert er nur selten seine Lage (Fig. 57). Er macht zuerst den Eindruck, als wenn er gar nichts enthielte; bei genauem Zusehen ist aber besonders in der Nähe der Basis eine ganz feine wolkige Trübung von schwacher Färbung zu erkennen, sowie an dem Oolemm unterhalb der Mikropyle geringfügige Sekretmassen von starker Lichtbrechnung und unregelmäßig kugel- und fadenförmiger Gestalt (Fig. 52, 57, 71 *s*). Vielleicht haben dieselben zur Anlockung der Spermatozoen gedient, sind aber durch die Konservirung naturgemäß stark verändert.

Im Ei der Fliege hatte ich den Empfängnisfleck als jenen Ort betrachtet, an welchem die Spermatozoen in das Ei einzudringen pflegen. Auch hier möchte ich die gleiche Annahme machen. Zwar habe ich nicht, wie bei jenem anderen Objekt, direkt das Hineinragen der Samenfäden in den Raum des Empfängnisfleckes beobachtet, aber die Lage der Samenfäden, z. B. in Fig. 52, lässt mich eigentlich nicht daran zweifeln, dass sie den Empfängnisfleck passirt haben müssen. Sollte Jemand jedoch die Annahme vorziehen, die Spermatozoen hätten sich am unteren Rande des Mikropylentrichters (Fig. 52, 57 *m*) mit kautschukartiger Elasticität umgebogen, seien dann zwischen Chorion und Oolemm hineingeglitten und hätten sich schließlich nach seitlichem Eindringen wieder derartig um den Empfängnisfleck gruppirt, dass sie nun den Anschein erweckten, als seien sie direkt durch den Empfängnisfleck gedrungen, so kann ich diese Annahme nicht widerlegen.

Was in Fig. 52 dargestellt ist, ist durchaus kein einmaliges Vorkommen. Allerdings sind die Fäden ganz ungemein schwer zu sehen, und erst ein vorzügliches Winkel'sches Ölsystem 1/20 hat mich zur Klarheit kommen lassen. Sie sind recht lang und dünn, nur selten auf einem Schnitt der ganzen Länge nach zu sehen, sondern meist nur stückweise, weil sie durch mehrere Schnitte sich erstrecken. Außerdem färben sie sich nicht immer deutlich stärker als die Umgebung. Bei Anwendung von Ehrlich's Hämatoxylin und auch von Bismarckbraun habe ich sie verhältnismäßig recht deutlich bekommen.

In Fig. 52 habe ich sämmtliche von mir in dem betreffenden Ei beobachtete Fäden eingezeichnet. Sie sind jedoch in der Zeichnung zu deutlich und zu dick ausgefallen. Es ist Fig. 52 ein kombinirtes Bild, wie es sich mir nach langem Studium der betreffenden Schnitte des Präparates ergeben hat. Zur Erklärung bemerke ich noch, dass die vor dem Empfängnisfleck (*ef*) liegenden und heller gezeichneten Stücke der Samenfäden 1, 2, 4, 6 durchaus nicht als im Inneren des Fleckes befindlich gedacht werden müssen, sondern als außerhalb desselben. Sie sind aus Schnitten eingezeichnet, welche bereits jenseits der Ausdehnung des Empfängnisfleckes liegen. Direkt an die Grenze desselben reicht mit dem einen Ende nur der Faden 7.

Mehrfache Fäden habe ich in allen 6 in Frage kommenden jungen Eiern mehr oder weniger deutlich gesehen, außerdem in verschiedenen weiter entwickelten (Fig. 57), so dass an der Regelmäßigkeit des Vorkommens nicht gezweifelt werden kann. Betrachtet man die in gleichem Maßstabe gezeichneten Figuren 52 und 70, so kann man wohl zu der Vermuthung kommen, das Fadengewirr in Fig. 52 sei durch das Eindringen eines einzigen der langen Spermatozoen (Fig. 70) entstanden, indem dieses in der Umgebung des Empfängnisfleckes sich hin und her geschlängelt und dabei eventuell Stücke des Schwanzes verloren habe. Eine solche Erklärung hat etwas sehr Bestechendes und ich würde ihr auch sofort zustimmen, wenn nicht gewisse Unterschiede in der Färbbarkeit der Fäden vorhanden wären, Unterschiede, welche sehr wohl den Gedanken an mehrere Samenfadenköpfe aufkommen lassen können. Wie sich in weiteren Abhandlungen zeigen wird, ist aber das Eindringen mehrerer Samenfäden in das Ei eine bei Insekten sehr verbreitete Erscheinung, und da ich in einem Falle bei vorliegendem Objekte zwei männliche Pronuclei aufgefunden habe (Fig. 43), und auch in Fig. 57 sp_1 und sp_2, unzweifelhaft zwei Samenkerne vorliegen, so möchte ich es von vorn herein durchaus nicht als unmöglich ablehnen, dass die Fäden in Fig. 52 auf Rechnung mehrerer Spermatozoen zu setzen sind. Dabei wird natürlich die große Masse der Fäden dennoch von Schwanzstücken herrühren können.

Nimmt man das Eindringen mehrerer Samenfäden hier wenigstens als häufig an, so muss ich noch den Gedanken zurückweisen, als wenn in solchen Fällen ein pathologischer Zustand vorhanden wäre. Die Eier sind nicht etwa die Produkte einer langen Gefangenschaft, sondern sind im Freien abgelegt, von Schmetterlingen, die vorher eben so lustig über das Kohlfeld geflogen waren, wie alle übrigen. Diese Schmetterlinge haben alsdann vor meinen Augen die Eier abgesetzt und die normale Weiterentwicklung der später konservirten Schwestereier würde die Annahme nicht gerechtfertigt erscheinen lassen, dass gerade diese hier krank gewesen seien.

Mag man nun die in Fig. 52 gezeichneten Fäden für je ein selbständiges Spermatozoon halten oder nur für Schwanzstücke eines einzigen, stets beginnt einer der Fäden alsbald sich vor allen übrigen auszuzeichnen und sich als Kerntheil eines Samenfadens deutlich zu dokumentiren. Er verkürzt sich dabei vielleicht etwas und nimmt an Intensität der Färbung zu. In Fig. 57 habe ich darzustellen versucht, wie sich nun der Kerntheil sp_1 von den anderen Fäden *sf* unterscheidet. Einen zweiten Kerntheil haben wir wohl bei sp_2 vor uns, hier tritt aber die Fadenform wegen der ungünstigen Lage nicht direkt hervor, sondern nur ein gefärbter Punkt, der sich bei Focusänderung seitlich verschiebt.

7. Veränderungen des einen ausgezeichneten Spermatozoon bis zu seiner Copulation mit dem Eikern.

Wir haben soeben gesehen, dass ein Samenfaden sich bald durch größere Deutlichkeit und stärkere Färbung vor den übrigen auszuzeichnen beginnt. Ob derselbe bereits von Anfang an hierzu prädestinirt war, vermag ich nicht anzugeben. Polyspermie vorausgesetzt, so ist die Eispitze mit den regellos daliegenden und vielfach gekrümmten Spermatozoen ein schlechter Ort, um feinere Unterschiede an ihnen festzustellen.

Der erwähnte Samenfaden fällt bereits deutlich auf, wenn er nur wenig unter die Grenze der randständigen Plasmazone des Eies eingedrungen ist. In Fig. 3, 57, 58, 63 finden sich die entsprechenden Bilder. Besonders lehrreich ist Fig. 58. Man bemerkt hier, dass an dem Spermatozoon zwei Abschnitte zu unterscheiden sind, ein stärker gefärbter fadenförmiger Kopftheil (*c*) und dahinter ein viel undeutlicherer Faden (*a*). Etwa an der Stelle, wo beide in einander übergehen, liegt ferner eine deutliche helle Stelle im Plasma (*h*) und es scheint, als befände sich in ihr noch ein kleines Körperchen. Das Ganze wird mitten von dem Faden des Spermatozoon durchbohrt. Während letzteres sonst direkt vom Plasma begrenzt wird, findet sich also etwa an der Grenze von Kopf und Faden ein Häufchen anders aussehender Substanz, und dieses Häufchen ist noch dadurch ausgezeichnet, dass in der Plasma-Umgebung eine schwache Strahlung selbiges zum Mittelpunkte nimmt. Auch in Fig. 57 ist bei *h* das gleiche helle Fleckchen am Ende des Kopftheiles des Spermatozoon (*sp*) zu sehen. Den Faden habe ich hier nicht deutlich gesehen, da derselbe bei der Richtung des Spermatozoon nicht mit auf demselben Schnitte liegen kann und ohne Verbindung mit dem deutlich gefärbten Kopftheil nur sehr schwer zu erkennen ist.

Der helle Hof (*h*) am Ende vom Faden, welchen ich das Arrhenoid[1] nennen möchte, ist Anfangs recht klein (Fig. 57), wie er ja ursprünglich ganz fehlte (Fig. 52). Dann nimmt er an Größe zu (Fig. 63). Es zeigt Fig. 63, dass er nicht einseitig am Samenfaden auftritt, sondern allseitig.

Hatte das Spermatozoon Anfangs noch seine gestreckte Gestalt (Fig. 57, 58), so ändert sich das, während es weiter in die Tiefe dringt. Wenn ich von einem Eindringen spreche, so muss ich dazu bemerken, dass dasselbe von der gewöhnlichen Bewegungsart des Spermatozoon sehr verschieden ist. Für gewöhnlich geht es, durch eine unbekannte Kraft zu schlängelnden Bewegungen befähigt, mit dem Kopfe voran. Dagegen gleicht es jetzt einem todten Wesen, die eben beschriebene Bewegungsweise hat völlig aufgehört. Die Führerrolle ist vom Kopfe des Spermotozoon auf das Arrhenoid, jenen hellen Fleck an der Grenze von Kopf und Faden, übergegangen, welchen wir erst vor Kurzem haben auftreten sehen. Wodurch die Fortbewegung dieses hellen Körperchens veranlasst wird und worin sie besteht, vermag ich nicht anzugeben. Es ist nur das Eine unverkennbar, dass in der bekannten Plasmawolke, welche die Bahn des Samenfadens anzuzeigen pflegt, von der Substanz des Samenfadens stets das helle Körperchen den tiefsten Punkt inne hat (Fig. 4—6).

Die übrige Substanz des Samenfadens wird gewissermaßen nur mitgeschleift. Es findet das besonders dadurch eine sehr gute Illustration, dass das Spermatozoon an der Stelle, wo der helle Fleck sich befindet, bei dem tieferen Eindringen ins Ei eine Knickung erfährt, wie ein Halm sich knickt, der von dem Buge eines Kahnes mitgeführt wird. Es stellen Fig. 59, 60 und 61 derartig gebrochene Spermatozoen dar. Eine Ausnahme hiervon habe ich nie bemerkt. Die Knickung ist nun aber durchaus nicht gleich für das chromatische und das achromatische Ende des Samenfadens, sondern stets so, dass der etwas gekrümmte Kopf in der Richtung der Plasmawolke sich erstreckt (Fig. 5, 6), während der Faden hierzu geneigt steht.

Während der männliche Stoff die für seine Weiterbildung nöthige Stelle im Ei aufsucht, vergrößert sich das Arrhenoid immer mehr, bis zu einem Maximum. Die Hauptmasse liegt in dem Winkel, welcher von dem chromatischen und achromatischen Theile des Samenfadens gebildet wird, eine nicht geringe Menge wohl auch außerhalb des Fadens und vor ihm, während jenseits des Kopfes nur selten ein schwacher Hauch auf eine Zugehörigkeit zu der hellen Substanz hindeutet. Diese geht ganz allmählich und ohne Grenze in das umgebende Plasma über.

---

[1] Die Erklärung des Ausdruckes erfolgt weiter unten.

An der Stelle, wo das Arrhenoid zuerst auftrat, an der Grenze von Kopf und Faden, macht sich auch hier noch ein kleiner Fleck besonders bemerklich. In Fig. 60 liegt eine in gleicher Weise durch absolute Farblosigkeit und deutliche Umgrenzung ausgezeichnete Stelle anscheinend doppelseitig an dem Faden des Spermatozoon. Auch in Fig. 58 war ja bereits im Inneren des hellen Hofes *h* und zu beiden Seiten des Samenfadens ein kleines, undeutlich abgegrenztes Körperchen wahrzunehmen, wie auch in der Umgebung des Querschnittbildes eines Spermatozoon (*sp*) in Fig. 63 eine kleine, besonders helle Zone ringsum wohl nicht allein auf Lichtreflexe zurückgeführt werden dürfte.

Bei der Allgemeinheit dieses kleinen besonders ausgezeichneten Punktes scheint mir kein Zweifel daran zu sein, dass wir in ihm eine aus dem Spermatozoon sich entwickelnde Substanz zu suchen haben, welche durch Austritt in das umgebende Eiplasma den hellen Hof um sich erzeugt (Fig. 59, 60, 61, 63 *h*). Ob der Fleck (*f*) seiner Entstehung nach zu dem Kopfe oder zu dem Faden des Spermatozoon zu rechnen sei, das scheint mir durch die Fig. 59, 61 und besonders 60 entschieden zu werden.

Während das Arrhenoid (*h*) seine größte Ausdehnung erreicht, beginnt der kernhaltige Theil des Samenfadens allmählich eine andere Gestalt anzunehmen. Die Einleitung zur Veränderung lag ja schon darin, dass bereits auf dem Stadium der Fig. 58 ein besonders gutes Färbungsvermögen, wohl verbunden mit einer Verdickung und Verkürzung des Kerntheiles sich eingestellt hatte. War damals wirklich schon die Neigung zu einer Verkürzung vorhanden, so kann man nur hinzufügen, dass diese Neigung sich mehr und mehr ausbildet und verwirklicht. Das zeigt sich in Fig. 59; hier ist das Basalstück das Kopfes *c* ganz erheblich breiter geworden, während das Endstück noch als lange Geißel uns entgegentritt. Ein etwas weiter vorgerücktes Stadium bietet vielleicht Fig. 60, wo die Geißel für sich in ein größeres, weniger gefärbtes Stück übergegangen zu sein scheint, noch durch einen Streifen des weniger veränderten Kopffadens mit dem angeschwollenen Basalstück verbunden. Dieses Präparat ist jedoch nicht so gut, wie die anderen, so dass ich auf dieses Stadium kein großes Gewicht lege.

Wie im Einzelnen der Vorgang sich auch abspielen mag, wir ersehen jedenfalls aus Fig. 61, dass schließlich alle chromatische Substanz in dem Basalstück des Kopfes unter entsprechender Verbreiterung dieses

Stückes zusammengeströmt ist. Ein kleines Rudiment des Endfadens sitzt auch hier dem chromatischen Körper noch auf. Auch dieses wird noch eingezogen, wie Fig. 62 erkennen lässt, wo wir den veränderten Samenfaden in seinem chromatischen Theile in Rückenansicht abgebildet finden, während die vorher betrachteten Figuren Seitenansichten darstellten.

Aber die Verkürzung des chromatischen Theiles geht noch weiter wie Fig. 65, 66, 67, 64 darstellt. Im Allgemeinen können wir wohl sagen, dass derselbe unter fortgesetzter Verbreiterung der Basis schließlich die Gestalt eines Dreieckes mit abgestumpften Ecken annimmt (bei Seitenansicht). Vielfach sitzt die Spitze dem Dreieck etwas schief auf.

Auch der feinere Bau des Kopfes ist in der Zwischenzeit ein etwas anderer geworden. So lange derselbe fadenförmig war, erschien er als gleichmäßig gefärbte Linie. Bei der basalen Verbreiterung ließen sich dann zuerst Unterschiede in der Färbung durch die Gesammtmasse erkennen, welche derart zunahmen, dass die gefärbte Gestalt der Fig. 61 aus einer großen Menge feiner gefärbter Kügelchen zu bestehen schien. Durch Fig. 62, deren große Vacuolen wohl kaum im Leben vorhanden waren, gelangen wir zu Fig. 65, 66, 67, 64, welche übereinstimmend zeigen, dass jetzt der Kopf von einem recht gleichmäßigen feinen chromatischen Netzwerke gebildet wird; zwischen den Maschen befindet sich eine farblose Substanz und umgrenzt ist das Ganze von einer etwas dickeren chromatischen Hülle. Zuweilen bemerkt man, dass von der Basis des Kegels zwei feine Fortsätze dem Arrhenoid zugekehrt sind (Fig. 64, 67).

Kann man zweifelhaft darüber sein, ob man eine Volumvergrößerung des Samenfadenkopfes auf dem bisher beschriebenen Entwicklungswege annehmen solle, so muss man eine solche für das folgende Stadium ohne Weiteres zugestehen. Fig. 68 lehrt, dass aus dem Kegel der Fig. 65, 66 etc. ein gleichmäßiges Ellipsoid von erheblich größerem Inhalt geworden ist. Es hat dabei den Anschein, als wenn sich besonders die farblose Zwischensubstanz vermehrt hätte, während aber auch das chromatische Netzwerk recht deutlich zu erkennen ist. Jetzt hat der Kern des Samenfadens sich so weit entwickelt, dass er die Präliminarien der Copulation mit dem Eikern vornehmen kann.

Was ist inzwischen aus dem achromatischen Theile geworden? Wir hatten an demselben zuletzt drei Stücke unterscheiden müssen, 1) den Faden *a*, 2) den kleinen Doppelfleck *f* an den Seiten seines Vorderendes, und 3) den hellen Hof *h*, welch' letzterer besonders in dem Winkel zwischen Faden und Kopf sich ausdehnte. 2 und 3 zusammen bilden das Arrhenoid. Der helle Hof nimmt den größten Raum ein zu der Zeit, wenn der Kopf des Spermatozoon aus der Fadenform in die Stäbchenform überzugehen beginnt, wie sie in Fig. 61 und 62 abgebildet ist. Darüber hinaus tritt wieder eine Verminderung ihres Umfanges ein, wohl zu Gunsten einer Vergrößerung der beiderseitigen hellen Flecke *f*, welche in Fig. 65 und 66 sehr viel stattlicher geworden sind, während der bisher so deutliche helle Hof auf einen schwachen Schein in der Gegend zwischen hellem Fleck und Kopf des Spermatozoon reducirt ist.

Wie zu der Zeit, als der helle Fleck (*f*) noch ganz klein war, so zieht auch hier der Faden (*a*) noch mitten durch ihn hindurch (Fig. 65, 66). In Fig. 65 geht vom Kopfe noch ein kleiner Fortsatz aus, welcher sich mit dem Faden nach dessen Austritt aus dem hellen Flecke zu vereinigen scheint. In Fig. 66 dagegen, und hiermit übereinstimmend in anderen gleichalterigen Präparaten, ist der Zusammenhang des Fadens mit dem Kopfe gelöst, indem das Verbindungsstück zwischen hellem Fleck und Kopf verschwunden ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass es zum Theil wenigstens noch in den Kopf eingezogen ist, als zu ihm gehörig. Der Rest des Fadens ist dagegen immer noch vorhanden. Er durchzieht noch den hellen Fleck (*f*) und erstreckt sich darüber hinaus noch deutlich wahrnehmbar in das umgebende Plasma (Fig. 66 *a*).

Eier, welche etwa 15 Minuten älter sind als die eben beschriebenen, lassen sowohl den hellen Fleck (*f*) als auch den Faden (*a*) durchweg vermissen. Der zu einem Kegel koncentrirte Spermakern liegt noch mehr seitlich in der Plasmaansammlung als bisher (Fig. 67). Die Mitte derselben wird von einem hellen Hofe eingenommen, in welchem ebenfalls weiter keine Struktur als ein feines Netzwerk zu erkennen ist. Dieses geht ohne scharfe Abgrenzung in das Plasma ringsum über. Während der helle Hof *h* also vorher eine Rückbildung zu Gunsten des Fleckes (*f*, Fig. 65, 66) erfahren hatte, müssen wir weiterhin wohl annehmen, dass der helle Fleck (*f*) und mit ihm der Faden (*a*) ihre Existenz aufgeben und nun in die Substanz des hellen Hofes (*h*, Fig. 67) übergehen.

Wenn wir alsdann sehen, wie im nächsten Stadium der Spermakern (Fig. 68) sein Volum erheblich vergrößert hat, während er die seitliche Stellung verließ und nunmehr zum Theil den Platz einnimmt, welchen das Arrhenoid (*h*) bis dahin behauptet hatte, so liegt der Gedanke nahe, dass der Kern sein Volum eben auf Kosten dieser hellen Substanz vergrößert habe. Es hat nämlich die helle Substanz gleichzeitig eine entschiedene Abnahme erfahren, wie auch wohl aus dem Anblick der Fig. 68 hervorgeht. Im nächstfolgenden Stadium, wenn bereits der männliche und weibliche Kern zusammengetreten sind, und bei den sich daran anschließenden Vorgängen, vermag ich von dem bisher so voluminösen Arrhenoid überhaupt nichts mehr mit Sicherheit aufzufinden. Betrachtet man jedoch die abermalige Volumenszunahme, welche der männliche Kern erfahren hat (Fig. 40, 45), so scheint es mir nicht unwahrscheinlich zu sein, dass er zur Erreichung dieses Volumens ziemlich alle helle Substanz aufgebraucht hat, welche ihm ja bei seiner schließlichen Lage am nächsten zur Hand war.

8. Verschmelzung der Geschlechtskerne und Theilung der ersten Embryonalkerne.

Wir hatten erfahren, dass die beiden Geschlechtskerne, wenn sie im Begriff stehen, sich an einander zu legen, von einem ziemlich deutlichen Netzwerke gebildet sind. Die Maschenräume des Netzwerkes sind von einer hellen Substanz ausgefüllt. In dieser Gestalt treten die Geschlechtskerne zusammen (Fig. 40). Betrachtet man die Stellung, in welcher dieselben zu einander und zu den Richtungskernen liegen (Fig. 10), so kommt man zu der Auffassung, dass der obere der weibliche, der untere der männliche Kern sein müsse. Leider besitze ich von diesem Stadium nur das eine, in Bezug auf die Abgrenzung der Kerne nicht einmal sehr deutliche Präparat. Halten wir aber das Präparat für normal, und es liegt eigentlich kein Gegengrund vor, so fällt auf, dass der männliche Kern den weiblichen erheblich an Größe übertrifft. Letzterer hat etwa die Größe beibehalten, welche er vor dem Zusammentritt zeigte (Fig. 39), ersterer hat sich noch erheblich gegen das vorige Stadium vergrößert (Fig. 68). Beide Kerne stimmen in dem Bau des Netzwerkes überein, sowie auch darin, dass sich an einigen Stellen dickere punktförmige Ansammlungen der chromatischen Substanz einfinden (Fig. 40).

Weiterhin ändert sich das Bild nicht unerheblich. Zunächst fällt eine beträchtliche Größenzunahme des weiblichen Vorkernes auf, welche mit der inneren Ausbildung der Geschlechtskerne immer erheblicher wird. In Fig. 47 habe ich drei Stadien des Größenverhältnisses derselben abgebildet. Die Linien geben den größten Umriss der betreffenden Kerne an. Bei *a* sind jene beiden Kerne gewählt, welche auch der Fig. 42 zu Grunde liegen, bei *b* jene der Fig. 41, während *c* von einem Präparate herrührt, welches dem in Fig. 45 abgebildeten entspricht. In gleichem Sinne mit der eben genannten Reihenfolge der Figuren nimmt auch die Ausbildung der Kerne zu.

Die beiden Geschlechtskerne entwickeln sich genau in demselben Schritte. Das Stadium der Fig. 40 macht zunächst dem in Fig. 42 abgebildeten Platz. Das gleichmäßige Netzwerk ist verschwunden, statt dessen bemerken wir ein weitmaschiges Netz von dünnen Chromatinfäden, und außerdem im Gegensatz zu der hellen Grundmasse eine grobe Körnelung, welch' letztere wohl auch nur einen optischen Ausdruck für ein zartes Netzwerk bildet. In Fig. 41 ist das chromatische Netz wohl noch etwas weitmaschiger geworden, besonders in dem weiblichen Vorkerne. Dennoch ragen die Knotenpunkte durch stärkere Anhäufung des Farbstoffes deutlich über die Verbindungsfäden hervor.

Vergleichen wir hiermit die Fig. 44, so fällt sofort auf, dass eine nicht unbeträchtliche Vermehrung der chromatischen Substanz eingetreten ist. Diese ist jedoch nicht gleichmäßig vertheilt, sondern auf bestimmte Strecken beschränkt, welche durch dünnere Verbindungsfäden mit einander zusammenhängen. Noch weiter ist die Sonderung der chromatinreichen und chromatinarmen Fadenabschnitte in dem Stadium der Fig. 45 gediehen, wo die ersteren als ziemlich dicke gebogene Stäbchen deutlich erkannt werden, während die Verbindungsfäden nur noch hier und da als zarte Linien angedeutet sind.

Bis dahin waren die beiden Geschlechtskerne mit einer Art von Membran umgeben, welche besonders deutlich daran zu erkennen war, dass die Kerne an ihren Berührungsstellen sich gegen einander abplatteten (Fig. 45, 41). An solchen Eiern, welche mit Boraxkarmin gefärbt und deren Schnitte mit Pikrinsäure behandelt waren, trat die Membran durch geringes allseitiges Zurückweichen des Kerninhaltes auch so bereits ringsum deutlich hervor (Fig. 42). Haben die Kerne das in Fig. 45 abgebildete Stadium erreicht, so steht die Auflösung der Membranen nahe bevor; denn nun vereinigen sich die beiden Kerne derart, dass eine offenbare Verminderung sowohl des ungefärbten Kerninneren als auch der Chromatinsubstanz eintritt. Ich bin meiner Sache nicht ganz sicher, ob bereits in Fig. 46 die Verschmelzung der beiden Kerne stattgefunden hat. Der Kernraum der Fig. 46 ist durch drei Schnitte zu verfolgen und kann ich keine Grenze finden, wo der zweite Kern beginnen möchte. Jedenfalls ist ganz deutlich eine Verringerung an Chromatin. Dasselbe ist in den Stäbchen besonders in je zwei Punkten zusammengeflossen, während die zarten Endausläufer einen kleinen hellen Raum zu umgreifen scheinen (Fig. 46). Ein anderes Präparat, wo die beiden Kerne noch zu unterscheiden sind, lehrt bereits, dass die Chromatinsubstanz wieder zu der Gestalt kurzer Stäbchen zurückzukehren beginnt, und in Fig. 48 ist das ja so weit vollendet, dass wir durchweg die kurze Stäbchenform ausgebildet finden. Durch die Anhäufung in zwei Partien mögen sie wohl noch kund thun, dass sie einerseits vom männlichen, andererseits vom weiblichen Kerne herzuleiten sind; hieran wird der Umstand nichts ändern, dass einige der

Körnchen noch oder bereits von einem der großen Haufen getrennt sind (Fig. 48).

Ist die Fig. 48 möglicherweise eine Ansicht vom Pol der sich bildenden Spindelfigur, so ist Fig. 50 eine reine Seitenansicht. Die Chromatinkörner stehen genau im Äquator der Spindel, lassen aber immer noch deutlich zwei getrennte Gruppen unterscheiden, und wir gehen gewiss nicht fehl, wenn wir jeder der beiden Gruppen entweder männlichen oder weiblichen Charakter zuschreiben. Bei veränderter Focuseinstellung tauchen natürlich andere Reihen von Chromatinkörnchen hervor; aber die Trennung in zwei Gruppen ist immer zu erkennen. — Wie wir bereits bei der Bildung der Richtungskörperchen gefunden hatten, so bestehen auch hier die Chromatinstäbchen aus einem hellen Centrum und einer gefärbten Peripherie, letztere aus kleinsten chromatischen Kügelchen zusammengesetzt.

Weiterhin verwischt sich die Abgrenzung der beiden Gruppen von Chromatinkörnchen, und wenn wir sehen, wie in Fig. 51 die Chromatinkörnchen oder -stäbchen in der bekannten Weise nach der Flucht des Äquators gespalten sind, so dass wir nun zwei soeben von einander getrennte Chromatinplatten vor uns haben, so können wir nur noch aus der relativen Lage der chromatischen Substanz einen unsicheren Rückschluss auf ihre Herkunft vom männlichen oder weiblichen Kerne machen.

Werfen wir noch einmal einen flüchtigen Rückblick auf die bisher von den Geschlechtskernen durchlaufenen Veränderungen, so tritt ganz unverkennbar ein gewisses Fluktuiren in der Kernsubstanz, besonders der chromatischen, hervor. Ziemlich undeutlich ist das Chromatin in dem ♀ Pronucleus, ehe der junge Kern zur Abrundung kommt und das chromatische Netz erhält (Fig. 38). In gleicher Weise ist es in jenem Stadium, in welchem der fadenförmige Kern des eingedrungenen Spermatozoon beginnt zu einem Stäbchen zusammenzuschrumpfen (Fig. 61), oft nicht ganz leicht, eine deutliche Färbung zu erhalten, so dass wohl geringe chemische Veränderungen bei dem Vorgange eintreten mögen. Weiterhin lehrt der Augenschein, dass die bereits ausgebildeten und zur Copulation bereiten Geschlechtskerne (Fig. 39 und 68) sehr viel weniger Chromatin enthalten, als in dem Stadium der Fig. 44, 45, wo sie, vielleicht in Folge der gegenseitigen Berührung, die Fähigkeit hervortreten ließen, eine reichlichere Menge jenes Stoffes zu erzeugen. Und ist ihnen das gelungen, so scheint es, als sei eine vergebliche Arbeit geleistet; denn die bis dahin so stattlichen Stäbchen büßen ein Beträchtliches an Größe und Intensität der Färbung ein, wenn sie zur Bildung der Spindel sich zusammenfügen.

Dennoch ist die Spindel (Fig. 50) von einer Deutlichkeit, dass sie auch mit schwächeren Vergrößerungen an der stark gefärbten Äquatorialscheibe sofort erkannt wird, und auch nach der Theilung derselben lassen die Tochterplatten an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig (Fig. 51). Anders ist es in den jungen Tochterkernen vor ihrer vollen Ausbildung, da bemerkt man nur noch mit Mühe an einigen dunkleren Stellen die Anwesenheit von Chromatin (Fig. 49). Sind die Tochterkerne aber ganz ausgebildet, so ist auch der letzte Rest von Chromatin völlig verschwunden. Damit haben wir den Höhepunkt im Fluktuiren des Chromatins erhalten.

Die Tochterkerne (Fig. 72) sind scharf gegen die Umgebung abgegrenzt, erscheinen vielleicht ein wenig heller als diese, wobei es natürlich schwer ist, anzugeben, wie viel von ihrer Farbe auf Rechnung des darüber oder des darunter liegenden Plasmas zu setzen sei. Sie sind angefüllt mit einem feinen gleichmäßigen Netzwerke, so dass sie oft wie ganz fein gekörnt aussehen. Nur selten bemerkt man mit stärksten Vergrößerungen hier und da einmal eine feine dunklere Linie, vielleicht einen Rest der Chromatinsubstanz. Die Kerne verhalten sich bei verschiedenen Färbungen ganz gleich; der Befund bleibt stets derselbe.

Es fragt sich, was aus dem Chromatin geworden sein mag? Nimmt man an, es habe sich nur fein vertheilt, so wäre zu untersuchen, wohin es sich vertheilt haben könne. Der Kern besteht also aus einem feinen achromatischen Netzwerke und aus einer hellen Substanz in den Maschen desselben. Es könnte sich das Chromatin also in die Maschen oder in das Netzwerk, oder in beides verbreitet haben. Hätte es sich in dem Netzwerke zerstreut, so dürften wir ein ähnliches Bild erwarten, wie es die Geschlechtskerne vor der Copulation darboten (Fig. 39 u. 68), wo thatsächlich ein Ausströmen der Chromatinsubstanz stattgefunden hatte. Ein solches Bild haben wir hier nicht. Da aber die in jeden Tochterkern übergegangene Menge an Chromatin etwa der eines der beiden Geschlechtskerne vor der Copulation gleich ist, so müssen wir bei Annahme obiger These noch die Hypothese machen, dass das Chromatin als solches sich auf zweierlei Weise in dem achromatischen Netzwerke vertheilen könne. Wäre es aber in die farblose Zwischensubstanz eingedrungen, so dürften wir doch gewiss erwarten, dass eine stärkere Färbung derselben eingetreten sei. Dies würde ich aber kaum zu behaupten wagen, wenn es natürlich auch nicht ganz abgestritten werden kann. Auch die Membran ist so zart, dass an ihr das Chromatin nicht verschwunden sein kann. Ich habe die Überzeugung, dass aus dem Chromatin beim Übergang in die Tochterkerne etwas Anderes geworden ist.

Es entspricht demnach dies Stadium ganz unverkennbar dem von mir bei Musca konstatirten Verhalten der Tochterkerne, welche dort in gleicher Weise aus der Theilung als farblose Gebilde von tropfenförmiger Gestalt hervorgegangen waren. Ich hatte in Folge dessen bei Musca von »freier Kernbildung« gesprochen. Der Ausdruck dürfte hier nicht angebracht sein, da die hellen Tochterkerne ganz scharf gegen die Umgebung abgesetzt sind, eingehüllt von einer Membran. Hier gehen die Hälften des Mutterkernes zwar verändert, aber direkt in die Tochterkerne über.

Erschienen die Tochterkerne zu einer gewissen Zeit fast völlig homogen, so tritt ein gröberes Netzwerk auf, wenn sie etwas älter geworden sind. In diesem Netzwerke bemerkt man zuerst einige gefärbte Pünktchen, dann längere gefärbte Strecken. Schließlich erhalten wir, ganz wie ich es bei Musca beschrieben habe (8), wiederum eine deutliche äquatoriale Platte von Chromatin. Die Platte besteht, wie immer, aus hellen Körperchen, welche an der Peripherie die intensiv gefärbten Kügelchen aufgeheftet tragen (vgl. Fig. 75). Der achromatische Kernraum besteht aus dem gleichen groben Netzwerke, welches vorher ganz allein vorhanden war.

Bei den weiteren Theilungen der jüngsten Embryonalkerne verschwindet das Chromatin abermals wieder. Im Einzelnen habe ich die Vorgänge nicht verfolgt, jedoch wohl gesehen, dass die jungen Kerne nur aus einem etwas gröberen Netzwerke zu einer gewissen Zeit bestehen. Auch hierin bemerkt man an anderen Kernen feine gefärbte Körnchen. Diese Körnchen scheinen bei reichlicherem Auftreten die Neigung zu haben, sich radiär zu einem hervorragenden Pünktchen der Kernperipherie anzuordnen (Fig. 74). Weiterhin fügen sie sich dann zu der bekannten äquatorialen Theilungsplatte zusammen, welche auch hier wieder das bekannte Aussehen darbietet (Fig. 75).

Bei der Theilung der etwas älteren Embryonalkerne, aus Eiern, welche fünf Stunden nach der Ablage getödtet wurden, ist es wiederum recht augenfällig, dass die ganz jungen Tochterkerne eine erheblich dunklere Färbung als die Umgebung haben (Fig. 73), während in den älter gewordenen Kernen abermals eine so beträchtliche Reduktion des Anfangs deutlichen Chromatinnetzes eintritt, dass sie fast homogen erscheinen und so viel an Farbe einbüßen, bis sie in dem Plasma nur mit Mühe bemerkt werden können. Auch hier ist immer noch das gleiche Fluktuiren der chromatischen Substanz festzustellen.

9. Beschaffenheit und Bewegungen des Eiplasmas.

Wie wohl immer in den jungen Eiern der Insekten, ist auch hier das Plasma am mächtigsten an der Peripherie angehäuft und bildet das Keimhautblastem Weismann's. Von der Peripherie erstrecken sich unregelmäßige Fortsätze zwischen die central angehäuften Dottermassen (Fig. 15, 16 etc.), dieselben als deutlich wahrnehmbares Netzwerk durchziehend. Der Dotter besteht aus nicht sehr großen Kugeln.

Was den feineren Bau des Plasmas anbetrifft, so erscheint dasselbe bei der von mir angewandten Konservirungsmethode als ein Schaum[1], welcher zwar in den feinen Fortsätzen und größeren Ansammlungen zwischen den Dottermassen sehr dicht und fein punktirt, im Ganzen wie homogen aussieht, dagegen in den lockeren Randpartien deutlich einen Unterschied zwischen Maschengeflecht und Zwischensubstanz erkennen lässt. Besonders groß sind die Maschen an jener Stelle des Randplasmas, wo sich die Richtungskörper bilden (Fig. 34—36 etc.), oder wo diese sich später lagern (Fig. 80, 12). Hier erscheint das Plasma wie durch kleine, gleichmäßig große Vacuolen besonders ausgezeichnet.

Da das Oolemm durch die Konservirungsmittel fast immer von dem Plasma getrennt ist, so bemerkt man leicht, dass die äußere Grenze des Plasmas, besonders am vorderen Pole, nur selten glatt ist, sondern gewöhnlich von feinen Fortsätzen überragt wird (Fig. 35, 36, 39, 2 etc.), als ob dort die äußeren Maschen nach außen aufgebrochen wären. Von geringfügigen offenbar extrahirten feinkörnigen Massen, welche dem Ei außen aufzusitzen pflegen, muss man natürlich absehen. Besonders lang und regelmäßig sind die zarten wenig gefärbten Fortsätze über jener vacuolisirten Stelle des Randplasmas, welche durch ihre Beziehung zu den Richtungskörpern ausgezeichnet ist (Fig. 11, 12, 80). Wir werden eine gleiche Stelle später noch bei anderen Insekten wiederfinden.

Als regelmäßige Bestandtheile der plasmatischen Randzone wären noch kleine kugelige, in der Größe wenig schwankende Körperchen zu nennen, welche recht zahlreich sind und durch Ehrlich's Hämatoxylin oder Bismarckbraun intensiv gefärbt werden (Fig. 34, 36 etc.). Auch im Inneren des Eies kommen solche Körperchen häufig vor (Fig. 65, 67 etc.).

Dass zur Zeit der Eiablage sich ein großer Empfängnisfleck bemerklich macht (Fig. 52), habe ich bereits oben besprochen. Er mag seinen beträchtlichen Umfang vielleicht dadurch erreichen, dass der im Körper des Thieres auf das Ei ausgeübte Druck bei der Ablage plötzlich wegfällt. Weiterhin wird der ganze Raum wiederum durch das Randplasma ausgefüllt, welches zunächst in einer mittleren Erhebung gegen die Mikropyle vorgewachsen war (Fig. 3, 57).

---

[1] Vgl. die Mittheilungen von Bütschli (5).

Wenn sich die Richtungskörper bilden, findet dort eine Vermehrung des Randplasmas statt, wie ja überhaupt Veränderungen der Kernsubstanz stets eine Mitwirkung von Plasma erkennen lassen. Bewegungen von Plasma allein kommen vor, Bewegungen der Kerne ohne Plasma sind meines Wissens noch nie beobachtet.

Der weibliche Pronucleus wandert in das Ei, umgeben von einem größeren oder kleineren Plasmahofe (Fig. 9). Eine Plasmastraße kann den Weg anzeigen, den er genommen hat (Fig. 10), während auch später noch ein Zapfen des Randplasmas auf die Richtung hinweist, in welcher der Kern in der Tiefe des Eies verschwunden ist (Fig. 11, 12). Irgend eine Erregung verursacht der weibliche Pronucleus im Inneren des Eies durchaus nicht.

Dass das Eindringen des männlichen Elementes für das Ei ein Ereignis bedeutet, erhellt daraus, dass es bei seinem Eintritt zwischen die Dottermassen mit einem viel auffälligeren Plasmahofe umgeben ist, als der weibliche Vorkern. Wenn das Arrhenoid alsdann am Spermatozoon erscheint, wird eine strahlige Anordnung der Körnchen im umgebenden Plasma bemerklich (Fig. 2, 57, 58). Eine lange Wolke von Plasma folgt dem Spermatozoon, wenn es in die Tiefe des Eies sich begiebt und deutet den Ort an, von wannen es gekommen ist (Fig. 5). Die Wolke fließt später wieder ab, aber noch lange zeigt ein hervorragender Fortsatz des Plasmahofes, als Rudiment der Wolke, die Wegrichtung des Samenfadens an (Fig. 6, 7, 13, 67, 60).

Charakteristisch für den Plasmahof des Spermatozoon ist die Strahlenfigur, welche frühzeitig an ihm auftritt. Sogleich nach dem Eintritt in die Dotterzone kann man feine Fortsätze wahrnehmen, welche radiär zu dem in Erscheinung tretenden Arrhenoid vom Plasmahofe ausgehen. Man kann von Anfang an (Fig. 2, 3) nicht zweifelhaft darüber sein, welche Substanz das richtende Princip enthält. Denn wenn späterhin der Kern des Samenfadens zu dem Conus zusammenschrumpft (Fig. 7, 8), wenn schließlich das Arrhenoid den direkten Zusammenhang mit dem Spermakern verliert (Fig. 66, 67), dann wird es völlig klar, dass die Strahlung nur auf den hellen Fleck abzielt, dass dieser stets den richtenden Mittelpunkt bildet, während dem Spermakern nur die Bedeutung eines Appendix zukommt. Er ist zwar ebenfalls rings von Plasma umgeben, gleicht jedoch darin völlig dem weiblichen Vorkern, dass er durchaus keine Strahlung in demselben erzeugt. Die Strahlung wird von einem dritten Gebilde, dem Arrhenoid, hervorgerufen.

War die männliche Sonnenfigur Anfangs durch dünne und kurze Strahlen gebildet, so beginnen dieselben länger und dicker zu werden, etwa zu der Zeit, wenn der Faden des Spermatozoon verschwunden ist (Fig. 67). Schon vorher konnte man die Strahlen oft bis zum Randplasma verfolgen, ein Verhalten, welches späterhin noch viel deutlicher hervortritt (Fig. 9, 10).

Ein direkter Einfluss der weiblichen Kerntheile auf das Spermatozoon tritt nicht hervor, und doch ist ein solcher unzweifelhaft vorhanden. Bereits im unbefruchteten Ovarialei ist die erste Richtungsspindel ausgebildet (Fig. 1). Ihre Lage und Längserstreckung ist in allen Eiern ziemlich die gleiche. Schon frühzeitig wird durch die Spindelachse die Linie normirt, in welcher Richtungskörper und weiblicher Pronucleus hinter einander liegen werden. Nun stellt sich auch der männliche Pronucleus genau in die Verlängerung dieser Linie.

Es hat den Anschein, als wenn der Samenfaden ein wenig über die Achsenlinie der Richtungsspindel hinauseilte (Fig. 5, 6). Dann übt er seinerseits unzweifelhaft einen solchen Einfluss auf die Richtungsspindeln, dass deren Achse sich genau auf ihn einstellt, wie in späteren Stadien deutlich zu sehen ist (Fig. 8, 9). Dass die Kerne wirklich in einer Linie stehen, wird durch die Frontansicht bewiesen (Fig. 7).

Die definitive Lage des männlichen Elementes im Ei ist demnach durch zwei Linien ziemlich genau bestimmt: durch die Längsachse des Eies und die Achsenlinie der Richtungskörper. Dem Schnittpunkte dieser beiden Linien wird der Spermakern durch die Wirkung des Arrhenoids zugeführt.

An der durch die beiden Linien bestimmten Stelle bleibt der Spermakern liegen, und dorthin wird auch der weibliche Pronucleus geführt. Es ist nicht zu sagen, ob derselbe etwa durch die vom Arrhenoid ausstrahlenden Fortsätze wie durch Pseudopodien dem Spermakern zugeführt wird, jedenfalls aber kann man wohl annehmen, dass der weibliche Kern durch jene Fortsätze gewissermaßen eine Witterung von der Anwesenheit des männlichen Genossen erhält. Von einem Plasmahofe umgeben, wandert er auf letzteren zu; wenn aber das Bild in Fig. 10 resp. 40 nicht täuscht, so tritt er vor der Zusammenlagerung ganz aus seiner plasmatischen Umgebung heraus und begiebt sich ohne dieselbe in den männlichen Hof.

Da der männliche Kern zuerst an der Stelle der Vereinigung eintrifft und da der weibliche Pronucleus ebenfalls von oben herbeieilt, so kommt ersterer bei der Berührung nach unten, letzterer seitlich über ihn zu liegen. Erhebliche Schwankungen in der einmal angenommenen Stellung treten weiterhin nicht ein, so dass bis zur Verschmelzung beide Kerne unschwer ihrer Entstehung nach erkannt werden können.

Während in der vom Arrhenoid ausgehenden Strahlung mir keinerlei Gesetzmäßigkeit aufgefallen ist, habe ich nach dem Zusammentritt der beiden Geschlechtskerne oft den Eindruck erhalten, als wenn nun die Strahlung sich bilateral anordne. Bei solchen Fragen habe ich es vor Allem bedauert, ein absolut undurchsichtiges Material vor mir zu haben, während einigermaßen durchsichtige Eier, bei Betrachtung in toto, hierüber sofort sichere Auskunft gegeben haben würden. So kann ich nur sagen, dass ich um manche Copulationskerne ringsum eine gleichmäßige nicht sehr starke Strahlung feststellen konnte (Fig. 42, 45, 46, 11, 12), also vielleicht eine Polansicht, während andere zu zwei Seiten der beiden Kerne eine größere Plasmaansammlung und hiervon ausgehende starke Strahlung unschwer erkennen ließen (Fig. 40, 41, 44). Letzteres würde demnach eine Seitenansicht vorstellen können.

Kann ich also nach meinen Präparaten eine bilateral angeordnete Strahlung für gewisse Stadien der Zusammenlagerung der beiden Geschlechtskerne nur als wahrscheinlich hinstellen, so ist ein zweifaches Strahlenbündel unverkennbar dann vorhanden, wenn das Chromatin derselben sich zur Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel vereinigt hat (Fig. 50). Aber es geht die Strahlung der getrennten Geschlechtskerne durchaus nicht direkt in jene der Furchungskerne über, wenn ich wenigstens den drei ein Zwischenstadium repräsentirenden Präparaten vertrauen darf. Hier bemerke ich, wie die Plasmaausläufer zuerst schwächer werden (Fig. 46), weiterhin fast ganz verschwinden (Fig. 48). Sind sie dann in mehr oder weniger großer Ausbildung an der Furchungsspindel wieder vorhanden (Fig. 13, 50), so liegt die Auffassung nahe, sie als Neubildungen zu betrachten.

Ich möchte hier zum Verständnis des Folgenden daran erinnern, dass die achromatischen Kerntheile bei der von mir angewandten Methode nicht scharf hervortreten. Das gilt besonders von den Polkörperchen. Dennoch habe ich dieselben als ziemlich große helle Flecke mit verwaschener Begrenzung gegen die plasmatische stärker gefärbte Umgebung, z. B. in dem der Fig. 50 zu Grunde liegenden Präparate deutlich erkannt. Sie nehmen die Spindelpole ein, wie auch sonst bei Zelltheilungen. Ob diese Polkörperchen von Centrosomen herrühren, welche etwa die Geschlechtskerne begleitet haben, vermag ich nicht mitzutheilen. Ich habe nur in dem zu Fig. 44 gehörenden Präparate neben den Geschlechtskernen einen hellen Schein beobachtet, welcher mit den genannten Gebilden in Zusammenhang stehen könnte, sonst niemals. Auch die Strahlung steht nicht immer so, dass sie mit einem bei meiner Methode unsichtbaren und zu den Geschlechtskernen gehörenden Centrosoma in Verbindung gebracht werden könnte. So geht z. B. in Fig. 41 die beiderseitige Strahlung nur von dem (oberen) weiblichen Kerne aus. Ich betrachte es als eine bedeutende Lücke, dass die von mir benutzte Methode keine sichere Auskunft darüber gestattet, ob die Polkörperchen von selbst entstehen oder ob sie etwa von Überbleibseln des Arrhenoids oder noch anderen von den Geschlechtskernen mitgeführten Stoffen herrühren.

Haben sich die beiden ersten Furchungskerne gebildet, so wandern sie mitsammt ihrem Strahlenbüschel aus einander, hängen noch eine Zeit lang durch eine Plasmabrücke zusammen, dann löst sich diese und die Kerne wandern nach abwärts im Ei und schicken sich bald zu einer neuen Theilung an. Es kommt mir sehr wahrscheinlich vor, dass zu diesem Zwecke ein vor dem Kerne liegendes Centrosoma sich zuerst theilt. Ob ein von mir zuweilen bemerktes, dem Kerne aufsitzendes Knöpfchen hierbei von Bedeutung ist, kann ich nicht sicher angeben (Fig. 74). Die Theilung findet in der Regel in der Richtung der Weglinie des Kernes statt, so dass die beiden Tochterkerne senkrecht dazu aus einander weichen. Auch hier sind die Polkörperchen oft sehr deutlich vorhanden (Fig. 75).

Eine sehr auffällige Erscheinung ist es, dass von der Vorderseite der abwärts ziehenden Kerne ein Büschel feiner Plasmastrahlen ausgeht, während ein Schwanz von Plasma den zurückgelegten Weg erkennen lässt. Es gleichen demnach die Kerne gewissermaßen Raketen, welche auf ihrer Bahn plötzlich erstarrt sind (Fig. 15). Ob dieses Bild nicht auch ein Verständnis für die Funktion der Kerne und ihrer Centrosomen eröffnet, will ich hier nicht weiter untersuchen.

Wie es aus der Bewegung der Kerne nothwendig folgt, so sind die feinen plasmatischen Strahlen gewöhnlich nach rückwärts gekrümmt (Fig. 15 rechts). Hinter dem Kerne wird in dem Plasmahofe meist eine gestreckte weniger gefärbte Stelle bemerklich.

In Fig 16 ist ein instruktiver Längsschnitt eines schon wesentlich weiter entwickelten Eies, welches etwa 5 Stunden alt ist, zur Darstellung gebracht. Man erkennt, dass die Bewegung der Kerne in dem angegebenen Sinne fortdauert. Weiterhin erhellt aber, dass eigentlich nur die centralen Kerne eine ausgiebige Ortsveränderung vornehmen, wie deren lange Plasmawolken anzeigen, während die äußeren sich in einer bestimmten Entfernung von der Peripherie aufzustellen beginnen. Es erhält hierdurch die sich bildende Zellsäule eine große Regelmäßigkeit. Die plasmatischen Anhäufungen im Inneren und am Rande der Zellsäule (Fig. 15, 16) sind Abschnitte von Kernbahnen.

Ich will hier noch anfügen, dass ich in mehreren Fällen im unteren Ende des Eies isolirt im Dotter eine größere plasmatische Ansammlung (Fig. 16 *pl*) mit einem unregelmäßigen helleren Centrum aufgefunden habe. Da ich keine späteren Entwicklungsstadien besitze, so kann ich nicht sagen, ob ihr eine besondere Bedeutung beizumessen ist.

10. Stellung der ersten Furchungsspindel.

Da die Richtungskörperchen ihren Namen von der Lagebeziehung zu der ersten Theilungsebene des Eies haben, so ist es von Interesse zu erfahren, ob sie unter den bei vorliegenden Eiern so erheblich abweichenden Verhältnissen die normale Stellung einnehmen. Ich kann das im Allgemeinen bejahen. Leider besitze ich von den betreffenden Stadien keine Querschnitte, welche eine genaue Winkelmessung der gegenseitigen Stellung erlauben würden; aber auch aus den Längsschnitten kann ich ersehen, dass die Verbindungslinie zwischen Richtungskernen und Längsachse des Eies mit der Verbindungslinie der Polkörperchen an der ersten Richtungsspindel resp. der beiden ersten Embryonalkerne einen Winkel bildet, welcher sich einem Rechten annähert. Als Beispiel diene Fig. 14. Man denke sich das die Richtungskörper enthaltende Stück *a* etwas über die Ebene des Zeichenpapieres emporgehoben, dagegen das umzogene Stück *b* mit seiner linken Seite unter die Zeichenfläche herabgedrückt, während *c* die gleiche Lage beibehält, so werden wir die der Wirklichkeit entsprechende Stellung der Kerne veranschaulicht haben.

Dass die Theilung für gewöhnlich senkrecht gegen die Ebene der Richtungskörper erfolgt, ist eigentlich selbstverständlich. Wir haben oben erfahren, dass die Geschlechtskerne neben einander liegen in der Verlängerung der Achse der Richtungsspindeln (Fig. 8—12) und zwar derart, dass der männliche Pronucleus die tiefste Stelle inne hat. Da wir ferner gesehen haben, dass in dieser Lage zu einander keine erhebliche Änderung eintritt, und da ferner eine Halbirung der männlichen und weiblichen Kernsubstanz zur Bildung der Tochterkerne stattfinden muss und stattfindet, so kann ja die Trennung der beiden Tochterkerne normalerweise gar nicht anders als senkrecht gegen die Ebene der Richtungskörper geschehen.

Nun kommen aber thatsächlich doch Abweichungen vor und Fig. 13 bildet einen solchen Fall. Hier liegt die Achse der ersten Furchungsspindel in einem sehr spitzen Winkel gegen die Richtungskörper, was schon daraus folgt, dass wir die seitlich gelagerten Richtungskörper auf demselben Schnitt mit der Seitenansicht der ersten Furchungsspindel treffen. Letztere steht ein wenig mehr (aus der Zeichenebene) geneigt, als es sich in der kleinen Figur ausdrücken lässt. — Solche Abweichungen können füglich auf Lageveränderungen der beiden Geschlechtskerne oder auch der Richtungskörper zurückgeführt werden.

Ich sagte vorhin, es sei selbstverständlich, dass die erste Furchungsspindel senkrecht gegen die von den Richtungskörpern und Geschlechtskernen gebildete Linie gerichtet sei (Fig. 9). Nun ist aber gegen diese Linie, z. B. in Fig. 9, eine Senkrechte möglich 1) in der Ebene der Zeichnung und 2) senkrecht gegen die Zeichenebene (im Extrem). Da ist es nun wunderbar, dass immer die letztere gewählt zu werden scheint; durch welche Kraft, darüber könnte ich nur vage Vermuthungen äußern. Jedenfalls ist sicher, dass durch die Wahl der letzteren Richtung, wo also die Spindelachse der ersten Furchungsspindel parallel mit der Bodenfläche des Eies (Fig. 17) steht, das gestreckte Ei in zwei gleichmäßige Territorien für die ersten beiden Embryonalkerne und deren Abkömmlinge zerlegt wird.

11. Weitere Ausgestaltung der Richtungskörper.

Wir hatten die Richtungskörperchen auf jenem Stadium verlassen, an welchem sie sich in dem randständigen Plasma zusammengelagert hatten (p. 520). Da das erste Richtungskörperchen doppelt so viel Chromatin besitzt als das zweite, so ist jedes seiner beiden Theilprodukte demnach dem zweiten Richtungskörperchen gleichwerthig. Hiermit stimmt der Befund völlig überein: wenn die drei Kerne zusammengetreten sind, haben sie eine so große Ähnlichkeit, dass es unmöglich ist, aus ihrem feineren Bau den einen derselben als zweiten Richtungskern zu erkennen.

Bereits weiter oben hatte ich darauf hingewiesen, dass Richtungs- und Geschlechtskerne durchaus die gleichen Veränderungen in völlig gleichem Tempo durchmachen (Fig. 8, 9). Auch weiterhin ist noch eine Correlation zwischen der Ausbildung der so weit getrennten Kerne stark hervortretend wenn auch gewisse Verschiedenheiten sich allmählich einzustellen beginnen.

Die Geschlechtskerne erfuhren bald nach ihrem Zusammentritt eine nicht unbedeutende Aufblähung. Ganz das Gleiche erleiden die Richtungskerne, wenn sie sich im Randplasma versammelt haben, nur scheint es bei ihnen früher einzutreten als bei jenen. Die bei denselben Vergrößerungen gezeichneten Figuren 10—14 geben bei Vergleich mit Fig. 9 von der Stärke der Aufblähung Kunde, sowie ein Vergleich von Fig. 39 mit Fig. 80. Wie die Fig. 10—14 ferner zeigen, ist die Aufblähung überall fast gleich stark und wächst auch später nicht mehr.

Was den feineren Bau der aufgeblähten Kerne anbetrifft, so kann man an ihnen dieselben drei Substanzen unterscheiden wie an den Geschlechtskernen, nämlich 1) feine schwach grau erscheinende Pünktchen oder Körnchen, welche vielfach in gebogenen Reihen liegen, zwischen ihnen 2) eine ganz helle Substanz, durch deren Vorhandensein sie überhaupt erst sichtbar werden, und außerdem 3) feine gebogene Chromatinfäden, welche punktförmige Anschwellungen tragen können und vielfach Anfangs noch einen rundlichen Bezirk umgrenzen. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir sie durch Aufblähung der 14 im Stadium der Fig. 36 und 37 noch koncentrirt vorhandenen Chromatinkügelchen entstanden denken. Wir haben demnach ein Bild, welches dem der Geschlechtskerne in Fig. 41 sehr ähnlich ist. Wie bei diesen, wird eine Membran deutlich sichtbar an Schnitten, welche mit Boraxkarmin gefärbt und mit Pikrinsäure nachbehandelt waren. Wodurch es kommt, dass die Richtungskörper auf diesem Stadium sich oft durch ihre ganze Masse gleichmäßig färben, genau so, wie ihre plasmatische Umgebung (Fig. 11, 12), so dass sie gelegentlich nur schwer aufgefunden werden können, vermag ich nicht anzugeben.

Weiterhin hatten wir in den Geschlechtskernen schärfer getrennte Schleifen mit größerem Chromatingehalt auftreten sehen (Fig. 44, 45) und dasselbe müssen wir an den Richtungskernen feststellen. In letzteren sind die Schleifen jedoch deutlich länger. Die achromatische Substanz besteht übereinstimmend aus einem feinen grau erscheinenden Netz- oder Maschenwerk und zwischen den Maschen sieht man den farblosen Kernsaft. An der Gleichzeitigkeit der Kernveränderungen kann füglich nicht gezweifelt werden, wenn ich darauf hinweise, dass z. B. die Geschlechtskerne der Fig. 45 und die Richtungskerne in Fig. 80 demselben Eie angehören. Fig. 80 ist ein Durchschnitt durch die Richtungskerne; dieselben erscheinen ungleich groß, weil sie in verschiedener Lage geschnitten sind.

Wie die Geschlechtskerne alsdann zum Zwecke der Vereinigung aus den Chromatinschleifen wiederum einzelne Kügelchen formiren, welche sich in eine Ebene stellen, um bei der Bildung der beiden ersten Embryonalkerne symmetrisch getheilt werden zu können (Fig. 48, 50), so versäumen auch hier die Richtungskerne nicht, gleichen Schritt in ihrer gleichgerichteten Entwicklung zu halten. Sie sind demgemäß geeignet, eine Ergänzung für das Verständnis der Wandlungen der Geschlechtskerne zu bilden.

Es ist an den Richtungskernen gut zu beobachten, wie das Chromatin der Schleifen an bestimmten Stellen zu Kügelchen zusammenläuft, welche Anfangs noch in einer Reihe liegen, bald aber nach der Vierzahl gebildete Gruppen formiren (Fig. 78). Sind diese Anfangs noch zerstreut, so stellen sie sich später, gerade wie in den Geschlechtskernen, in eine Ebene (Fig. 77). Hierbei sind die Gruppen offenbar noch in eine größere Zahl zerfallen und die in Fig. 78 ziemlich großen Chromatinkörnchen haben sich in noch feinere zertheilt. Der dritte zu Fig. 77 gehörende Richtungskern liegt auf einem anderen Schnitte.

Auch hier leuchtet die gleichsinnige Entwicklung der Geschlechts- und Richtungskerne wohl sofort ein, wenn ich sage, dass Fig. 48 und 77 dem gleichen Ei entstammen.

Haben die Richtungskerne bisher dieselben Veränderungen durchgemacht, wie die sich zur Copulation anschickenden Geschlechtskerne, so bleibt nur noch übrig, dass sie auch kopuliren wie die Geschlechtskerne. Das geschieht in der That. Aber sie bleiben nun in der Entwicklung hinter jenen zurück, wie Fig. 13, 14, 15 sofort erkennen lassen.

Der Unterschied gegen die Copulation der Geschlechtskerne besteht darin, dass bei der Verschmelzung der drei Richtungskerne sich die Chromatinkügelchen nicht in eine neue gemeinsame Äquatorialebene stellen und nicht zu einer Theilung führen. Oft kann man in dem nun gemeinsamen Kernraum noch die drei Gruppen der Chromatinmassen erkennen (Fig. 15), dann aber setzen sie sich mehr in Verbindung (Fig. 79). Vielfach bemerkt man Verschiedenheiten, zuweilen drängt sich das Chromatin dicht zusammen, zuweilen vertheilt es sich staubartig, aber immer noch als solches gut zu erkennen.

Dass auch in älteren Eiern die Richtungskernmasse durchaus nicht als etwas Todtes aufgefasst werden darf, lehrt Fig. 76, welche Figur demselben Ei entstammt, wie Fig. 16. Hier hat sich das Chromatin in dem beträchtlich vergrößerten Raume zu gleichmäßigen feinen Schleifen vereinigt, welche durchaus den Eindruck machen, als wenn noch irgend eine Weiterentwicklung eintreten wollte. Aus Mangel an späteren Stadien kann ich weiter nichts aussagen. Die Richtungskernmasse eines anderen gleichalterigen Eies hat noch die anfängliche Größe, und die dichtgedrängte Chromatinsubstanz besteht z. Th. aus Kügelchen wie Fig. 79, z. Th. aus staubartigen Zügen.

Wie ich (8) dazu gekommen bin, die drei entsprechenden Richtungskerne im Ei von Musca vomitoria fälschlich für Eikern und zwei Spermakerne zu halten, zumal zeitlich nichts im Wege stand, die Randspindel an deren Copulation anzuschließen, dürfte nach den obigen Mittheilungen erklärlich werden.

12. Das Schicksal überzähliger Samenfäden im Ei.

Weiter oben hatte ich es als ein wahrscheinlich sehr häufiges Vorkommnis bezeichnet, dass mehrere Samenfäden in das Ei eindringen. Dann dürften aber die überzähligen sich nur selten einmal zwischen die Dottermassen begeben. Sie werden im randständigen Plasma einfach aufgelöst, ohne irgend welche gestaltliche Veränderungen durchzumachen.

Ganz dasselbe erleiden die in der Nähe des Empfängnisfleckes liegen gebliebenen Stücke der Schwänze (Fig. 57). Aber man findet auch in späteren Entwicklungsstadien des Eies gelegentlich noch vereinzelte Fadenstücke an dem anfänglichen Platze. Fig. 69 enthält ein solches Fadenstück aus einem etwa $^3/_4$ Stunden nach der Ablage konservirten Eie, ich habe solche aber auch noch in 100 Minuten alten Eiern aufgefunden.

Es ist möglich, dass auch in den älteren Eiern noch solche Fadenstücke oder Theile überzähliger Spermatozoen vorhanden sind. Da von ihnen bis zu dem von mir beobachteten ältesten Entwicklungsstadium (Fig. 16) keinerlei fortschreitende Veränderungen veranlasst werden, so habe ich mir die Mühe erspart, weiterhin nach ihnen zu suchen; denn es ist ziemlich mühsam, sie in dem fast eben so stark gefärbten Eiplasma aufzufinden.

Nur in einem Falle glaube ich die Annahme machen zu müssen, dass ein überzähliges Spermatozoon in den Dotter eingedrungen sei und sich dort zu einem zweiten männlichen Pronucleus umgestaltet habe. Fig. 43 bezieht sich hierauf. Die bei *a* zusammenliegenden beiden Kerne stellen unzweifelhaft die beiden zur Copulation bestimmten Geschlechtskerne dar, der eben so gebildete nur etwas mehr ovale Kern *b* liegt auf einem anderen Schnitte, aber ebenfalls in der Eispitze, und ist nach meiner Meinung ein zweiter männlicher Vorkern. Da die Richtungskörper ebenfalls an der richtigen Stelle vorhanden sind, so kann dieser Kern nicht wohl vom weiblichen Theile herrühren. Genaueres kann ich über die Lagebeziehung der einzelnen Kerne nicht angeben, da dieses Ei bei der Konservirung sehr stark deformirt ist.

Was aus einem solchen zweiten männlichen Vorkern wird, kann ich nicht angeben.

13. Über die Zeitverhältnisse bei den geschilderten Entwicklungsvorgängen.

Im Voraus bemerke ich, dass mir für die vorliegende Untersuchung die Eier von drei Weibchen zur Verfügung gestanden haben, welche von mir selbst am 26. und 30. August 1888 in meiner Heimat Jerxheim in Braunschweig eingefangen wurden. Ich bezeichne im Folgenden die drei Thiere mit *A*, *B* und *C*. Es können hieran die zu dem gleichen Weibchen gehörenden Stadien erkannt werden. Wie ich glaube, wird die Beurtheilung der mitzutheilenden Zeitverhältnisse dadurch erleichtert.

Das jüngste von mir dargestellte Stadium (Fig. 52), in welchem die Spermatozoen noch anscheinend unverändert den Empfängnisfleck umgeben, entstammt einem Ei, welches etwa 10 Minuten nach der Ablage konservirt ist. Der weibliche Kern befindet sich auf dem Stadium der Fig. 25—27, d. h. die Chromatinelemente rücken zur Bildung des ersten Richtungskörpers aus einander, stehen aber noch durch die chromatischen Verbindungsfäden in Zusammenhang (*C*).

Sind die Eier etwa 15 Minuten alt, so tritt an dem noch fadenförmigen Spermatozoon das Arrhenoid auf (Fig. 57, 58, 2). Das Spermatozoon ist ein wenig in die Region des Dotters eingedrungen. In wenigen Minuten vergrößert sich der helle Hof schon beträchtlich (Fig. 63, 3), der etwas tiefer eingedrungene Samenfaden ist noch gestreckt. Zu derselben Zeit haben sich die Chromatinhälften im weiblichen Kern getrennt und die Verbindungsfäden zu den Kugeln der Mittelplatte sich abgerundet (*A*).

Hieran schließt sich das in Fig. 4 abgebildete Präparat an, einem Ei entstammend, welches von dem bei der Ablage unterbrochenen Weibchen im Uterus zurückbehalten wurde und dort die Entwicklung begann. Das Thier ist etwa 20—25 Minuten nach der Unterbrechung abgetödtet und demgemäß liegt der Samenfaden bereits recht tief im Ei, ist aber noch fadenförmig. Die beiden weiblichen Kernhälften haben sich schon recht weit von einander entfernt (*B*).

Beginnt der Kern des Spermatozoon aus der Form eines Fadens in die eines Stäbchens überzugehen, wie es in Fig. 59 und 61 abgebildet ist, so ist das Bedeutungsvolle eingetreten, dass die Mittelplatte des Eikernes sich aufgelöst und dem charakteristischen Theilungskreuz (Fig. 32, 33) die Entstehung gegeben hat (Fig. 5). Als Zeit finde ich in meinen Notizen für die den Fig. 5, 32, 33 zu Grunde liegenden Eier »etwa $^3/_4$ Stunden« angegeben (*A*).

Naturgemäß sind bei der Entwicklung nicht nur individuelle Schwankungen vorhanden, sondern auch solche, welche auf die Mutter zurückgeführt werden müssen, Schwankungen, welche in Bezug auf die Zeit z. B. davon abhängig sein können, ob das weibliche Thier früh oder spät begattet wurde, ob die Eier kurze oder lange Zeit nach der Reife abgelegt sind, Verhältnisse, welche von der Witterung, von ungünstiger Vertheilung der Nahrungspflanzen, von Verfolgungen und anderen Störungen in Bezug auf die Eiablage veranlasst sein können. Hierdurch werden, wie mir scheint, geringe Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier verschiedener Mütter genügend erklärt.

Während also Fig. 5 einem »etwa $^3/_4$ Stunden« alten Ei der Mutter *A* entstammt und zwei andere gleichzeitig mit konservirte Eier dasselbe Stadium darbieten, rührt das in Fig. 6 abgebildete Stadium aus einem von der Mutter *C* abgelegten Ei her. Nach meinen Notizen ist dasselbe mitsammt zwei anderen gleich weit entwickelten Eiern 25 bis 27 Minuten nach der Ablage konservirt. In Bezug auf die Spermatozoen (Fig. 60 stammt daher) sind diese Eier vielleicht auf der gleichen Entwicklungsstufe wie die vorhin betrachteten, dagegen haben die weiblichen Kerntheile in so fern einen Vorsprung vor ihnen, als es bereits zu einer deutlichen Sonderung des ersten Richtungskörpers gekommen ist (*C*).

Die Umbildung des Spermatozoenkopfes aus der Stäbchenform der Fig. 61 zu jener der Fig. 62 und weiterhin zu der Kegelform der Fig. 65, 66, und schließlich Fig. 67 und 64 nimmt eine verhältnismäßig lange Zeit in Anspruch. Es lässt sich das schon daraus ermessen, dass während dieser Ausbildung des männlichen Elementes die weiblichen Kerntheile die Abschnürung des zweiten Richtungskörpers vollenden.

Die 45—48 Minuten nach der Ablage konservirten Eier des Weibchen *C* zeigen in ihrem achromatischen Theile die in Fig. 65, 66 dargestellten Verhältnisse. Die gleichzeitige Ausbildung der weiblichen Kerntheile zeigt Fig. 34 (*C*).

Drei Eier des Weibchen *B*, welche »etwa 1 Stunde« nach der Ablage konservirt sind, befinden sich ziemlich auf dem gleichen Standpunkte, wie die so eben genannten (*B*).

Hieraus einen Schluss auf Unregelmäßigkeiten machen zu wollen, würde nicht statthaft sein, denn eines der nach meinen Notizen 65 Minuten nach der Ablage getödteten Eier des Weibchen *C* ist noch auf dem gleichen Entwicklungsstadium wie die vorigen, während die übrigen 6 zugleich mit diesem konservirten Eier die angehende resp. bereits vollendete Abschnürung des zweiten Richtungskörpers enthalten. Fig. 35 und 36 giebt die Ausbildung der Kernverhältnisse von zwei hierher gehörigen Eiern wieder. Von den männlichen Bestandtheilen wäre hervorzuheben, dass der Chromatinkegel zu dieser Zeit ganz an die Seite gerückt ist (Fig. 67, 64) und von den achromatischen Theilen ist nur der helle Hof übrig geblieben (*C*).

Die nun eintretenden Veränderungen bis zur Aneinanderlagerung der beiden aufgeblähten Geschlechtskerne beanspruchen offenbar nur sehr wenig Zeit. So besitze ich von der Ausgestaltung des chromatischen Kernnetzes in den Richtungskörpern und den Geschlechtskernen nur das eine in Fig. 9 und ferner in Fig. 39 und 68 abgebildete Präparat. Das Ei gehört zu der Gruppe, welche 45—48 Minuten nach der Ablage abgetödtet sind, wäre demnach also jünger, dabei weiter entwickelt als die so eben betrachteten (*C*).

Hier muss ich wieder zur Erklärung etwas einschalten. Die Eier werden nicht in einem Guss gelegt, sondern Stück für Stück mit kleinen Zeitintervallen. Nun geht das Thier zwar ziemlich regelmäßig vor, indem es die Eier in Reihen neben einander stellt, aber zuweilen springt es doch einmal von der bisher innegehaltenen Richtung ab. Da das Thier aber aus seinen Eiern, wenn ungestört, nur einen einzigen Haufen bildet, so kommen die nun folgenden Eier neben solche zu stehen, welche einige bis mehrere Minuten älter sind als sie. Werden solche ungleichalterige Eier zusammen konservirt, so ist es klar, dass sprungweise Unterschiede in der inneren Ausbildung vorhanden sein müssen. Bieten dagegen gleichzeitig abgetödtete Eier nur ganz geringfügige Unterschiede, wie es z. B. mit den Fig. 25—27 der Fall ist, so können wir daraus schließen, dass dieses ungefähr in einer Reihenfolge nach außen gelangte Eier sind, und ferner, dass das betreffende Entwicklungsstadium bereits im Tempo der Ablage genügend Zeit findet, sich weiter auszugestalten. Enthalten dagegen mehrere Eier ohne erkennbare Differenzen dasselbe Stadium, so wissen wir damit, dass zur Bewältigung der darauffolgenden inneren Verschiebungen eine längere Zeitdauer erforderlich ist.

Aus den in Fig. 9, 39, 68 abgebildeten Kerntheilen ersehen wir, dass die Ausbildung des Kernnetzes in allen gleichzeitig erfolgt und zwar sehr bald nach der Abschnürung des zweiten Richtungskörperchens. Rasch erfolgt der Zusammentritt der beiden Geschlechtskerne (*C*).

Das jüngste Stadium der folgenden 100 Minuten nach der Ablage abgetödteten Eier giebt Fig. 10 wieder. Die Geschlechtskerne enthalten noch das feine Netzwerk. Das zweite Richtungskörperchen hat sich schon zu den beiden anderen begeben. Die übrigen vier Eier sind genau so weit entwickelt wie die sofort zu erwähnenden (*C*).

Oben hatten wir gesehen, dass gewisse 25—27 Minuten alte Eier des Weibchen *C* in mancher Beziehung schon weiter entwickelt waren als andere erst etwa $^3/_4$ Stunden alte Eier des Weibchen *A*. Nun habe ich von diesem selben Weibchen ebenfalls etwa 100 Minuten nach der Ablage getödtete Eier vor mir und finde, dass sie sich genau auf der gleichen Entwicklungsstufe befinden, wie die eben erwähnten des Weibchen *C*. Vier Eier von *C* und elf Eier von *A* stimmen genau überein, zeigen alle fünfzehn die in Fig. 11 und 12 abgebildeten Verhältnisse. War also einmal im Anfang der Entwicklung aus einem der oben angeführten Gründe eine zeitliche Verschiedenheit vorhanden, so hat sich dieselbe bis zu dem eben besprochenen Zeitpunkte wieder ausgeglichen. — Weiter erkennen wir aber aus der großen Übereinstimmung von 15 Eiern, dass das in ihnen enthaltene Stadium eine sehr lange Zeit beansprucht. Ganz ohne Unterschiede sind aber auch sie nicht, wie durch die Fig. 42 und 45 bewiesen wird (*A*).

Sind die Eier etwa 120 Minuten alt geworden, so finden wir in zweien die beiden Geschlechtskerne mit einander verschmolzen (Fig. 48), in zwei anderen sind sie ebenfalls bereits verschmolzen oder wenigstens dicht davor (Fig. 46); ein Ei enthält die so eben aus einander weichenden Hälften der chromatischen Äquatorialplatte der ersten Furchungsspindel (Fig. 51), ein letztes zwei Tochterkerne, welche sich bereits wieder zu einer Theilung anschicken (*A*).

Die letzgenannten zwei Eier sind wieder etwas vorausgeeilt; denn von sechs Eiern, welche etwa 135 Minuten nach der Ablage getödtet wurden, haben zwei die erste Theilungsspindel mit den genau angeordneten Chromatinmassen ausgebildet (Fig. 50), während die vier anderen übereinstimmend die so eben vollendete erste Theilung mit den beiden ersten achromatischen Kernen aufweisen (Fig. 14). — Die Richtungskörper sind noch von einander getrennt (*B*).

Sechs Eier von einem Alter von etwa 150 Minuten befinden sich sämmtlich auf einem nur wenig weiter vorgerückten Stadium, als die zuletzt genannten. Die Verhältnisse der Embryonalkerne des unter ihnen am wenigsten weit entwickelten Eies sind in Fig. 72 abgebildet. Bei den übrigen sind die Plasmahöfe, in welchen die farblosen Kerne liegen, erheblich verlängert und erstrecken sich weiter nach hinten in das Ei, die Bahn des Kernes anzeigend (*A*).

Sind 180 Minuten seit der Ablage vergangen, so kann man bereits mehrere Kerne zählen. Jetzt etwa tritt die Verschmelzung der drei Richtungskörperchen zu einer einheitlichen Masse ein. Ich habe von diesem Stadium nur zwei Eier geschnitten, eines zeigt die Richtungskörper noch getrennt, das andere verschmolzen (*A*).

Vier Stunden alte Eier zeigen das in Fig. 15 dargestellte Bild. Der Embryonalkerne sind erheblich mehr geworden und liegen sie noch in der oberen Hälfte des Eies. Raketenartig dringen sie nach unten (*A*).

Die letzten von mir konservirten Eier sind etwa 5 Stunden alt. Die Embryonalkerne sind noch auf die obere Hälfte des Eies beschränkt, sind dort in regelmäßiger Weise angeordnet (Fig. 16). Ringsum trennt sie ein ansehnlich breiter Dotterstreif von dem Randplasma. — Die Richtungskörpermasse ist gelegentlich ziemlich ansehnlich, die Chromatinsubstanz darin in feiner Fadenform vertheilt (Fig. 76) (*A*).

14. Besonderheiten der Befruchtung und darauf bezügliche Nomenklatur.

Wie immer bei befruchtungsbedürftigen Eiern, so wird auch hier Dreiviertel des weiblichen Chromatins durch die Bildung der Richtungskörper beseitigt. Aber nicht nur das, sondern es wird auch noch die aus den chromatischen Verbindungsfasern[1] hervorgehende, später achromatisch gewordene Mittelplatte der ersten Richtungsspindel abgeworfen. Da diese Mittelplatte einen Theil des ursprünglichen Eikernes enthält und auch dieselbe Stellung zum Ei einnimmt wie die übrigen abgestoßenen Theilstücke des Eikernes, so steht meiner Meinung nach nichts im Wege, sie als »achromatisches Richtungskörperchen« zu bezeichnen.

Damit jedoch ihr Unterschied von den chromatischen Richtungskörpern schärfer hervortritt, verdient sie wohl einen besonderen Namen, und um sie in deutlichen Gegensatz gegen einen gewissen von der Samenzelle ausgehenden Theil zu bringen, schlage ich für die achromatische Scheibe den Ausdruck Thelyid[2] vor.

Das Auftreten der Verbindungsfasern bei der ersten Theilung des Eikernes erinnert an die bedeutende Ausbildung der verbindenden Fasern bei den samenbildenden Zellen. Ob dieselben auch hier ursprünglich chromatisch sind, ist noch unbekannt[3]. Jedenfalls werden auch sie nicht in den Kern einbezogen, sondern erzeugen ein selbständiges Gebilde, den Nebenkern. Aus ihm geht das sich direkt an den Kerntheil anschließende Stück des Samenfadens hervor.

Wie das Thelyid bei der von mir benutzten Methode als heller Fleck im gefärbten Plasma erscheint (Fig. 5—10), und wie auch der Nebenkern als helle Stelle von der Farbe der plasmatischen Umgebung in jungen Samenzellen absticht (Fig. 55 *nb*), so kommt auch dort, wo in reifen Spermatozoen der Nebenkern zu suchen ist, nach dem Eindringen des Samenfadens in das Ei eine helle Substanz zur Entwicklung (Fig. 2—8). Da diese helle Substanz offenbar auf den Einfluss des männlichen Stoffes zurückzuführen ist, so schlage ich dafür den Ausdruck Arrhenoid vor.

---

[1] Ich möchte nicht verfehlen, darauf aufmerksam zu machen, dass ein scharfer Unterschied zwischen Spindelfasern und Verbindungsfasern gemacht werden muss. Erstere gehen vom Pol der Zelle zu den Chromatinschleifen, letztere befinden sich nur in der mittleren Region der Zelle und verbinden die aus einander weichenden Chromatinplatten. Es handelt sich hier nur um die letzteren.

[2] Ich bin Herrn Prof. Ehlers für seinen Rath bei der Auswahl der Namen zu Dank verpflichtet.

[3] Wie Flemming (7) nachgewiesen hat, ist das Mittelstück der Samenfäden von Salamandra maculosa Anfangs deutlich chromatisch, färbt sich gerade wie das Kernchromatin, so dass er es von der geformten Innensubstanz des Kernes ableiten möchte.

Das Arrhenoid veranlasst die Strahlung im Ei, scheint den Transport des männlichen Chromatins zu leiten. Da die weibliche Kernsubstanz von keinerlei Sonnenfigur begleitet wird, wohl aber die ersten Embryonalzellen reichliche Strahlenbüschel aussenden, so liegt die Vermuthung nahe, auch diese Fähigkeit der Embryonalzellen sei mit dem Arrhenoid in Verbindung zu bringen.

Da ferner der weibliche Pronucleus wohl noch Chromatin, aber keine der mit den Verbindungsfasern abgeworfene Substanz enthält, so ist es wahrscheinlich, dass für die Entwicklung des Eies das Arrhenoid wesentlicher ist als das männliche Chromatin.

Einer späteren Abhandlung vorgreifend[1], will ich hier gleich mittheilen, dass auch bei Agelastica alni (einem Käfer) im Princip die gleichen Verhältnisse vorhanden sind, wie sie hier dargestellt wurden.

15. Kritische Bemerkungen.

Es wird aufgefallen sein, welche große Ähnlichkeit zwischen der hier gegebenen Darstellung der ersten Entwicklungsvorgänge bei Pieris brassicae und der von Blochmann (2) und mir (8, 9) geschilderten Entwicklung bei Musca vomitoria vorhanden ist. Da jedoch bei letzterem recht ungünstigen Objekte noch verschiedene Punkte der Aufklärung bedürfen, welche nach Heranziehung eines größeren Materials leichter sein wird, so verschiebe ich eine Besprechung hierüber auf später.

Inzwischen sehe ich mich jedoch veranlasst, auf eine Arbeit einzugehen, welche das behandelte Gebiet gestreift hat.

Alfred Voeltzkow in Würzburg hat über »Entwicklung im Ei von Musca vomitoria« geschrieben (14). Wenn ich demselben auch keinen großen Vorwurf daraus machen will, dass er meine späteren Angaben über Musca (9) nicht kennt, auch ferner nicht über die Naivetät, mit welcher er vorn erklärt, auf die ersten Entwicklungsvorgänge »nicht näher eingegangen« zu sein, »da wir die guten Untersuchungen Blochmann's besitzen« (!), während er weiterhin seine unbedeutenden eigenen Erfahrungen zu Urtheilen von großer Schroffheit benutzt, — so berichtet er aus meiner Arbeit doch so seltsame Dinge, dass ich der Angelegenheit etwas näher treten muss.

---

[1] Ich habe hierüber inzwischen eine vorläufige Mittheilung gegeben; in Betreff des Titels v. p. 555 Anm. 2.

Einen Hauptvorwurf richtet er gegen meine Konservirungsmethode, während die seinige nur eine Variation der von mir benutzten ist. Er nahm »heißes Wasser von 70 Grad« (p. 2); ich selbst tödtete die abgelegten Eier »durch Übergießen mit heißem Wasser« (8, p. 290). Hieraus macht VOELTZKOW: »HENKING giebt selbst (!) an, ... dass er dieselben einige Zeit in kochendes Wasser geworfen habe« (p. 3).

Da meine Angabe also scheinbar nicht von Jedermann ohne Weiteres zu verstehen ist, will ich ganz genau mittheilen, wie ich verfahren bin. Ich legte die zu konservirenden Eier in etwas kaltes Wasser in ein Uhrschälchen, erhitzte dann in einem Probirröhrchen Wasser, bis Blasen aufstiegen, und goss dieses in das Uhrschälchen. Wie Messungen mir gezeigt haben, hat das im Uhrschälchen befindliche Wasser eine Anfangstemperatur von 77—85° C.[1], also kann von »förmlichen Kochen« eben so wenig resp. eben so sehr die Rede sein wie bei der Variante von VOELTZKOW.

Vielleicht meint VOELTZKOW aber meine Angabe, dass ich beim Ablegen befindliche Fliegen durch Eintauchen in kochendes Wasser abgetödtet habe (p. 290). Das geschah, um ein möglichst rasches Tödten der Eier zu erreichen. Wie hoch die Temperatur jedes Mal im Inneren der Fliege gestiegen ist, kann ich natürlich nicht wissen. Ich hielt die mit einer gewöhnlichen Pincette ergriffenen Fliegen nur so lange in das Wasser, bis nach meiner Schätzung ein Coaguliren der Eier erfolgt sein konnte. Es lag gar kein Grund vor, dass ich die Procedur möglichst verlängert hätte.

Weiter berichtet VOELTZKOW (p. 4): »HENKING lässt in seiner Arbeit die Furchungskerne durch freie Kernbildung entstehen, z. B. ... aus den Richtungskörperchen etc.« Wo in aller Welt soll ich denn das gesagt haben? Ich muss diese Angabe als völlig aus der Luft gegriffen bezeichnen.

Wenn es mir auch nach den bisher geleisteten Verdrehungen nur lieb sein kann, dass VOELTZKOW nun erklärt, er werde auf meine Arbeit nicht weiter zurückkommen (p. 4), so kann man doch daraus, dass meine ausführlichen Angaben über die ersten Dotterzellen völlig übergangen werden, während Weismann und Blochmann Berücksichtigung finden, deutlich ersehen, nach welcher Methode Voeltzkow vorgegangen ist. Nur der von mir der Einfachheit wegen gebrauchte und in dem Zusammenhange ganz unzweideutige Ausdruck »Dotterzellen« wird erwähnt und als »durchaus nicht angebracht« bezeichnet, »da man in der Insektenembryologie, wie bekannt, etwas ganz Anderes darunter versteht«. Voeltzkow meint damit aber nicht etwa die Zellen der ovarialen Nährkammern, welche von vielen Autoren als »Dotterzellen« bezeichnet sind (vgl. Ludwig [10] p. 131, Balfour [1] p. 44), sondern will den Ausdruck für die nach Bildung des Blastoderms im Dotter vorhandenen Zellen reservirt wissen, mit welchem Rechte, bleibe hier unerörtert. Jene ersten Zellen dagegen nennt er, zwar nicht kurz aber erbaulich, «die Furchungszellen oder Plasmahöfe, also die Furchungskerne, aus denen sich das Blastoderm bildet« (p. 4).

---

[1] Ob diese Temperatur für die beabsichtigte sofortige Gerinnung zu hoch ist, lässt sich natürlich nur schwer feststellen. Interessant ist aber die Mittheilung von CORIN und BERARD (6), dass die im Hühnereiweiß vorhandenen zwei Globuline zwar bei 57,5° und 67° bereits gerinnen, während die drei Albumine erst bei 67°, 72° und 82° fest werden. Dies ist der Fall in schwach angesäuerten Lösungen, während in Wirklichkeit sich ein Alkali entwickelt, qui vient élever plus ou moins le degré où se fera la coagulation de l'albumine (p. 3).

Die einzige positive Angabe betrifft das Eindringen der Spermatozoen. Im Gegensatze zu mir bestätigt Voeltzkow (p. 3) die Mittheilung Blochmann's, wonach die Samenfäden seitlich von der Spitze in das Ei dringen sollen und liefert zum Beweise dessen zwei Abbildungen (Fig. 2, 3), auf welchen allerdings ein Plasmawisch sich etwas seitlich von der Spitze zwischen die Dottermassen erstreckt. — Hiergegen möchte ich nun bemerken, dass das Ei doch nicht erst an der Grenze des Dotters beginnt und wenn auch der Samenfaden gelegentlich neben der Spitze zwischen die Dottermassen wandert, so kann er darum doch an der Spitze des Eies in die dicke randständige Plasmaschicht eingedrungen sein und in dieser beliebig weit fortgleiten. Den von mir beschriebenen »Empfängnisfleck«, der ja auch bei Pieris brassicae vorhanden ist, kennt Voeltzkow nicht, es haben demnach seine Angaben gar keine Beweiskraft.

Will Voeltzkow aber zu irgend einem Urtheile in vorliegender Angelegenheit sich berechtigt zeigen, so fordere ich ihn auf, des Näheren den noch unbekannten Vorgang der Copulation von männlichem und weiblichem Pronucleus bei Musca vomitoria schriftlich und bildlich zu schildern, wobei die Abbildungen gar nicht einmal besser zu sein brauchen als die vier Figuren, welche er zur Erläuterung der ersten Entwicklungsvorgänge hat drucken lassen.

Hier möchte ich auch noch auf die letzten auf mich bezüglichen Auslassungen Blochmann's (3) Bezug nehmen. Eine Erwiderung darauf unterlasse ich, da ich durch Fortsetzung persönlicher Anfeindungen weder der Wissenschaft noch sonst irgend Jemand einen Dienst zu erweisen glaube.

Göttingen, den 1. Oktober 1889.

Nachschrift.

Während des Druckes der vorliegenden Abhandlung erschien der Schluss der umfangreichen und schönen Untersuchungen von E. Maupas, Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés (Arch. zool. expér. von Lacaze-Duthiers. Ser. II. Taf. VII. 1889. No. 1—3). Wenn ich auf die Besprechung dieser Arbeit schon jetzt eingehe, so geschieht das weniger aus dem Grunde, weil ich dieselbe wegen der darin festgestellten Übereinstimmung der Befruchtung von Metazoen und Protozoen für sehr wichtig halte, sondern mehr im Hinblick darauf, dass bei der großen Ähnlichkeit der Beobachtungen von Maupas und mir an ganz verschiedenartigen Objekten, einige der von Maupas mitgetheilten Thatsachen in Hinblick auf die von mir gewonnenen Resultate vielleicht eine größere Bedeutung erhalten als ihnen von Maupas beigelegt wurde.

Das betrifft vor Allem jenes sonderbare Gebilde, welches, von Maupas als »tube connectif« bezeichnet, bei der Theilung des Mikronucleus und seiner Abkömmlinge in so allgemeiner Verbreitung auftritt. Betrachten wir hier nur jenen »tube connectif«, welcher sich bei der Trennung der beiden Geschlechtskerne bildet, so erinnert derselbe durch seine in der Mitte meist aufgebauchte Gestalt[1] schon äußerlich lebhaft an jenes Gebilde, welches ich bei Pieris (Fig. 5, 32, 33) und bei Agelastica alni L.[2] als Thelyid bezeichnet habe. Auch darin liegt eine Homologie, dass Maupas seinen »tube connectif« den Zusammenhang mit den Tochterkernen verlieren und weiterhin vom Plasma resorbirt werden lässt.

Der »tube connectif« hat nach Maupas »un rôle directeur« derartig, dass der männliche Kern durch ihn an diejenige Stelle der Peripherie des Infusors befördert wird, an welcher sein Übertritt in das neue Thier erfolgen soll.

Nun theilt Maupas von dem männlichen Pronucleus von Euplotes patella mit, dass er bei seiner Wanderung in das neue Thier von einer Plasmamasse begleitet wird. Aber das nicht allein, sondern diese Plasmamasse wandert voran und zieht den männlichen Kern mit sich, wie unser Arrhenoid den Kopf des Samenfadens hinter sich herschleifte. Auf Pl. XX, Fig. 19, 19a, 19b, 20a sind diese Verhältnisse gezeichnet. Gleichzeitig fällt in den genannten Figuren auf, dass der zugehörige weibliche Pronucleus von einem solchen Plasmahofe völlig frei ist.

---

[1] l. c. Pl. X, Fig. 27; Pl. XIV, Fig. 14*d*; Pl. XV, Fig. 52.

[2] H. Henking, Über die Befruchtung der Eier von Agelastica alni L. Nachrichten von der k. Ges. der Wissensch. Göttingen. 25. December 1889.

Näheres über die Herkunft dieser Plasmamasse theilt MAUPAS leider nicht mit, und möchte ich daher die Vermuthung äußern, dass dieselbe von dem »tube connectif« herzuleiten ist. Damit würde sich eine prächtige Übereinstimmung mit den von mir bei Insekten gefundenen Verhältnissen ergeben. — Gegen MAUPAS[1] möchte ich bemerken, dass von gewöhnlichem Plasma zum Weitertransportiren des männlichen Pronucleus bis hin zum weiblichen doch genügender Vorrath vorhanden ist, so dass das Mitführen einer Portion desselben schwer zu verstehen wäre.

Wie verhalten sich aber die zahlreichen anderen Infusorienformen, welche MAUPAS beobachtet hat? Hier hat derselbe niemals von einer solchen Plasmamasse gesprochen. Wenn wir jedoch erfahren, dass der männliche Vorkern von Paramaecium caudatum in einem Falle an seinem hinteren Ende ein Stück des »tube connectif« behalten hatte (p. 197, Fig. 29) und dass ganz regelmäßig bei den männlichen Vorkernen das Hinterende beim Übertritt in das neue Thier vorangeht (Pl. X, Fig. 31, 32, 33) und zuerst mit dem weiblichen Vorkern in Berührung tritt, so liegt doch die Vermuthung sehr nahe, dass auch hier am Hinterende irgend Etwas vorhanden sein müsse, was die Bewegung des männlichen Kernes veranlasse und regele, ein Etwas, welches wohl mit dem tube connectif in Beziehung stehen könnte. Auch bei den Insekten ist, wie wir noch erfahren werden, das Arrhenoid und Thelyid nicht immer in der reichen Entfaltung vorhanden, wie ich es bei Pieris brassicae und Agelastica alni beobachtet habe.

Ich bin mir dessen zwar wohl bewusst, wie gefährlich es ist ohne eigene Untersuchungen über ein fremdes Gebiet ein Urtheil abgeben zu wollen. Da mir jedoch die Übereinstimmung eine so große zu sein scheint und die Hypothese, wenn sie sich bewahrheitet, ein so helles Licht auf viele bisher unerklärte Vorgänge wirft, so will ich meine Auffassung hier mittheilen.

Der »tube connectif« der Geschlechtskerne bei den Infusorien scheint gleichzeitig dem Arrhenoid und Thelyid in den Eiern der Insekten zu entsprechen. Er löst sich völlig von dem weiblichen Pronucleus (als Thelyid), ertheilt jedoch dem männlichen Pronucleus (als Arrhenoid) die Fähigkeit der Ortsbewegung, was sich darin äußert, dass dessen Hinterende, gelegentlich von einer besonderen Plasmamasse umgeben, vorangeht.

---

[1] l. c. p. 344. Pour moi, cette masse plasmique accessoire n'a et ne peut avoir (? ! H.) d'autre signification que son rôle de véhicule pour le pronucleus. J'insiste tout particulièrement sur cette manière d'envisager la chose, afin qu'on n'aille pas la considérer comme un élement nécessaire et important de la fécondation.

Noch möchte ich hier auf die Bedeutung des Chromatins zu sprechen kommen.

Ich stimme mit Maupas völlig darin überein, dass nach unseren bisherigen Kenntnissen alle übrigen Bestandtheile des Kernes schwankender sind als das Chromatin[1]. Wenn er jedoch die permanente Persönlichkeit des Kernes durch das Chromatin gebildet sein lässt[2], so kann ich ihm darin nicht beipflichten. Denn ich glaube Maupas dahin richtig zu verstehen, dass er dabei etwas Körperliches und Unveränderliches im Sinne hat. Was macht man aber mit einer Persönlichkeit, welche zu ihrer Aufrechterhaltung einer Hypothese bedarf! Denn Maupas muss zwar eingestehen, dass er in den neuen Kernen zu einer gewissen Zeit kein Chromatin bemerken kann (worin ich nach meinen Erfahrungen an Insekten völlig übereinstimme); wenn er dann aber sagt, dass in dem größer gewordenenen Kerne die Chromatinelemente dennoch »toujours présentes et intactes« (p. 456) bleiben, so ist das eben eine Annahme, welche gar nicht mehr für wie gegen sich hat[3]. Auch scheint mir das keine ganz konsequente Schlussfolgerung zu sein; denn mit der auf das Chromatin angewandten Beweisführung hätte er auch allen übrigen Theilen des Kernes eine »continuité ininterrompue« zuertheilen können, anstatt für sie fortwährende Metamorphosen anzunehmen; denn auch sie sind nachher wieder vorhanden, nachdem sie in der Zwischenzeit nicht zu bemerken waren. Jedenfalls würde die Persönlichkeit des Kernes durch diese Annahme nur gewinnen, ohne dass der Vorstellung sehr viel mehr zugemuthet würde.

Ist denn aber die mit der Beobachtung sehr gut übereinstimmende Annahme, dass auch das Chromatin Metamorphosen erleiden könne, wirklich etwas so Gewagtes? Sehen wir nicht im Körper der Infusorien ganz erhebliche Umwälzungen des Chromatingehaltes vor sich gehen?

Dass der alte Makronucleus und Theilprodukte des Mikronucleus verschwinden, war schon länger bekannt. Maupas bestätigt es völlig. Nach ihm geht folgendes Chromatin durch Resorption zu Grunde, d. h. also, erleidet eine Metamorphose · 1) der Makronucleus, 2) die Richtungskörper, 3) mehrfach verschwinden von den Theilungsprodukten des durch die Copulation der beiden Geschlechtskerne gebildeten neuen Kernes alle bis auf einen oder zwei.

---

[1] Maupas, l. c. p. 479. Les autres parties soumises à des métamorphoses continuelles et à un mouvement de destruction et de rénovation répétées, ne jouent que des rôles accessoires. NB. Die gesperrten Stellen hier und in den folgenden Anmerkungen sind im Original nicht gesperrt. H.

[2] Daselbst. La chromatine à elle seule représente donc la personnalité permanente des noyaux.

[3] Daselbst p. 443. En cet état, les noyaux ne se colorent plus du tout par les teintures micro-chimiques. Il semble que la petite quantité de chromatine du début ait disparu. Je crois plutôt qu'elle est toujours présente .... répandue à l'état diffus dans ce hyaloplasme.

Da es bei den Theilprodukten des Mikronucleus nach Maupas vom Zufall abhängt, welches zur Weiterentwicklung gelangt[1], und auch die Abkömmlinge aus der Copulation der Geschlechtskerne hinsichtlich ihres Chromatins keinen Unterschied aufgewiesen haben, so geht also bei der Resorption solcher Kerne in dem einen Falle ganz dasselbe Chromatin zu Grunde, welches in den überlebenden Kernen erhalten bleibt. Wenn wir dann aber erfahren, dass auch in diesen überlebenden Kernen das Chromatin mit unseren jetzigen Mitteln sich zeitweilig nicht nachweisen lässt, so liegt doch auch hier die Vermuthung sehr nahe, dass es das gleiche Schicksal erlitten habe, wie jenes der Geschwisterkerne. Nur dass hier durch die zeitweilige Persistenz der achromatischen Kerntheile die Möglichkeit für eine Neubildung von Chromatin gegeben ist.

Thatsächlich hat Maupas uns Fälle kennen gelehrt, wo Infusorien völlig kernlos werden, womit also erwiesen ist, dass dem Chromatin an sich und keiner Modifikation desselben absolute Unvergänglichkeit in einer lebenden Zelle innewohnt. Das ist der Fall bei solchen Formen, welche sich in seniler Degeneration befinden (p. 448). Nach meiner Meinung gehen dieselben eben daran zu Grunde, dass sie unfähig geworden sind, das verschwundene Chromatin nun wieder neu zu bilden. Ähnlich ist es bei der Conjugation zwischen etwas senilen nahen Verwandten[2]. Hier hat Maupas ja bei der einen Gruppe selbst angegeben, dass das Infusor zu Grunde geht, weil der neue Nucleus unfähig zu sein scheint, Chromatin zu bilden[3].

Jedenfalls scheint mir aus allen den mitgetheilten Thatsachen so viel hervorzugehen, dass das Chromatin eben so gut ein wandelbarer Stoff ist wie die übrigen Kerntheile; denn er kann vergehen und entstehen wie diese. Unzweifelhaft aber ist wohl, dass wir in ihm den

---

[1] Maupas, l. c. p. 193. Je suis persuadé que cette différence n'est due qu'au hasard.

[2] Maupas, l. c. p. 329. Conjugaisons entre proches parentes affectées de dégénérescence senile (Stylonichia pustulata).

[3] Maupas, l. c. p. 331. Ces anomalies portent exclusivement sur le développement du nouveau nucleus, qui paraît impuissant à s'organiser et surtout à produire de la chromatine.

Vererbungsstoff zu erblicken haben, wie durch die schönen Versuche von **Boveri** (Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Sitzg. d. Ges. f. Morphol. und Phys. zu München. 16. Juli 1889) dargethan ist. Dass aber nach meiner Meinung für die Befruchtung eine andere Substanz eine größere Bedeutung beanspruchen dürfte, habe ich weiter oben aus einander gesetzt (vgl. oben p. 552).

Zum Schluss möchte ich noch betonen, dass ich die Auffassung von **Maupas** hinsichtlich des permanenten Vorhandenseins des Chromatins nicht als geradezu unrichtig bezeichnen will, dass aber nach meinen eigenen Erfahrungen (**Henking**, 8, p. 319 ff. u. hier p. 535) die thatsächliche Umwandlung des Chromatins zu einer gewissen Zeit eine größere Wahrscheinlichkeit für sich haben möchte. Damit würde man sich allerdings der **Haeckel**'schen Annahme eines Monerenstadiums im Entwicklungscyklus der Thiere bedeutend annähern. Wenn aber **Maupas** hiervon als von einer »fausse idée, dont l'illogisme est cependant assez évident« (p. 456) spricht, so scheint mir dieses schroffe Urtheil durch die Untersuchungsresultate des Verfassers nicht genügend begründet zu sein.

Göttingen, den 20. Januar 1890.

Litteraturverzeichnis.

1. F. M. **Balfour**, Handbuch der vergl. Embryologie. Übers. von **Vetter**. Bd. I. Jena 1880.
2. F. **Blochmann**, Über die Richtungskörper bei Insekteneiern. Morphol. Jahrb. Bd. XII. 1886.
3. F. **Blochmann**, Über die Zahl der Richtungskörper bei befruchteten und unbefruchteten Bieneneiern. Morphol. Jahrb. Bd. XV. 1. Heft. 1889.
4. O. **Bütschli**, Nähere Mittheilungen über die Entwicklung und den Bau der Samenfäden der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XXI. 1871. p. 526.
5. O. **Bütschli**, Über die Struktur des Protoplasmas. Verh. d. naturw.-med. Ver. Heidelberg. N. F. Bd. IV. 3. Heft. 1889.
6. G. **Corin** et E. **Berard**, Contribution à l'étude des matières albuminoides du blanc d'oeuf. Arch. d. biologie. T. IX. 1889.
7. W. **Flemming**, Weitere Beobachtungen über die Entwicklung der Spermatosomen bei Salamandra maculosa. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXI. 1888.
8. H. **Henking**, Die ersten Entwicklungsvorgänge im Fliegenei und freie Kernbildung. Diese Zeitschr. Bd. XLVI. 3. Heft. 1888.
9. H. **Henking**, Über die Bildung von Richtungskörpern in den Eiern der Insekten und deren Schicksal. Nachr. d. k. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. 1888.

10. H. Ludwig, Über die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874.
11. G. Platner, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Theilung. V. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXII. 2. Heft. 1889.
12. G. Platner, Die Karyokinese bei den Lepidopteren als Grundlage für eine Theorie der Zelltheilung. Intern. Monatsschr. für Anat. u. Histol. B. III. 1886.
13. v. La Valette St. George, Spermatologische Beiträge. II. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXVII. 1886.
14. A. Voeltzkow, Entwicklung im Ei von Musca vomitoria. Arb. a. d. zool.-zoot. Institute Würzburg. Bd. IX. 1. Heft. 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIV.

Die Fig. 1—15 sind mit Winkel's neuester Camera lucida, unter Benutzung von Winkel's Objectiv Nr. 5 und Ocular 1 in den Umrissen gezeichnet und unter Zuhilfenahme stärkerer Vergrößerungen genauer ausgeführt. Vergr. 218.

Fig. 16 gezeichnet mit Obj. 3, Oc. 1. Vergr. 70.

Fig. 17 gezeichnet mit Obj. 2, Oc. 1. Vergr. 45.

Fig. 1. Reifes Ei aus dem Ovarium.

Fig. 2. Ei, etwa 15 Minuten alt. Figur aus zwei Schnitten kombinirt, Stück *a* liegt von *b* fünf Schnitte entfernt. *us*, überzählige Spermafäden, aus einem dritten Schnitte hier eingetragen; *ef*, Empfängnisfleck.

Fig. 3. Ei, etwa 15 Minuten alt. Figur aus drei Schnitten kombinirt. *m*, Mikropyle; *ef*, Empfängnisfleck.

Fig. 4. Ei aus dem Uterus. Stück *a* aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt, Stück *b* einige Schnitte davon entfernt; *c*, Eischale mit Mikropyle aus einem anderen Schnitte hier eingetragen. Schale noch ohne Überzug.

Fig. 5. Ei, etwa 3/4 Stunde alt. Figur aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt.

Fig. 6. Ei, etwa 25—27 Minuten alt (von einem anderen Thiere als Fig. 5 herstammend). Stück *a* aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt, Stück *b* einige Schnitte davon entfernt.

Fig. 7. Ei, etwa 65 Minuten alt. Stück *a* und *b* je aus einigen Nachbarschnitten zusammengestellt, unter sich einige Schnitte entfernt.

Fig. 8. Ei, etwa 65 Minuten alt. Stück *a* aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt, Stück *b* einige Schnitte davon entfernt.

Fig. 9. Ei, etwa 45—48 Minuten alt. Aus sechs Stücken kombinirtes Bild, welche sich auf acht benachbarte Schnitte vertheilen.

Fig. 10. Ei, etwa 100 Minuten alt. Aus vier Stücken kombinirtes Bild, welche sich auf fünf benachbarte Schnitte vertheilen.

Fig. 11. Ei, etwa 100 Minuten alt.

Fig. 12. Ei, etwa 100 Minuten alt. Aus zwei Schnitten kombinirt.

Fig. 13. Ei, etwa $2^1/_4$ Stunden alt. Aus vier benachbarten Schnitten kombinirt.

Fig. 14. Ei, etwa $2^1/_4$ Stunden alt. Aus drei Schnitten kombinirt. Stück *a* von Stück *b* neun Schnitte, von Stück *c* vier Schnitte entfernt.

Fig. 15. Ei, etwa vier Stunden alt. Figur aus zwei Schnitten kombinirt, *a* und *b*.

Fig. 16. Schnitt aus einem etwa 5 Stunden alten Ei.

Fig. 17. Figur nach einem mit heißen Wasser getödteten und in Spiritus aufbewahrten Ei gezeichnet.

Tafel XXV.

Fig. 18 Vergr. 218 (vgl. Fig. 1—15).

Fig. 19—51 und eben so Fig. 52—80 (Taf. XXVI) sind sämmtlich mit WINKEL's neuester Camera lucida, WINKEL's Ölimmersion 1/14, Ocular 1, ausgezogenem Tubus gezeichnet und unter Zuhilfenahme von WINKEL's Ölimmersion 1/20 und 1/24 genauer ausgeführt. Vergr. 740.

Fig. 18. Schnitt eines jüngeren Eies aus dem Ovarium.

Fig. 19. Keimbläschen eines reifen Ovarialeies. *s*, zwei von der Fläche gesehene aus je zwei Stäbchen bestehende Chromatinelemente, diese zur Äquatorialplatte angeordnet.

Fig. 20. Keimbläschen eines etwas jüngeren Ovarialeies, als Fig. 19 ist.

Fig. 21. Keimbläschen des nächstälteren Ovarialeies als Fig. 19 in Polansicht. *a*, ein punktförmig erscheinendes Chromatinelement.

Fig. 22. Keimbläschen des nächstälteren Ovarialeies als Fig. 21. *a*, wie in Fig. 21.

Fig. 23. Keimbläschen des nächstjüngeren Ovarialeies als Fig. 19 in Polansicht, dagegen älter als Fig. 20, von diesem durch ein zwischenliegendes Ei getrennt.

Fig. 24. Keimbläschen eines reifen Ovarialeies in Polansicht, wohl älter als alle vorhergehenden.

Fig. 25. Keimbläschen eines etwa 10 Minuten nach der Ablage abgetödteten Eies. Die linke Seite desselben ist verdeckt. *z*, ein Chromatinelement mit einer mittleren Scheidewand.

Fig. 26. Keimbläschen eines etwa 10 Minuten alten Eies.

Fig. 27. Wie Fig. 26. Nur die oberflächlichen Chromatinelemente sind gezeichnet.

Fig. 28. Keimbläschen aus einem etwa 15 Minuten alten Ei. Nur ein kleiner Theil der chromatischen Elemente ist gezeichnet, Kernfigur erstreckt sich durch drei Schnitte. *2*, Mittelplatte; *1* und *3*, chromatische Seitenplatten.

Fig. 29. Erste Richtungsspindel des im Uterus abgetödteten Eies. Aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt. Die helle Umgebung der Kernfigur zu deutlich ausgefallen.

Fig. 30. Keimbläschen aus einem etwa 15 Minuten alten Ei. Kernfigur erstreckt sich durch drei Schnitte, nur einer derselben gezeichnet.

Fig. 31 *a*. Nach innen zum Ei gewandte Hälfte der Chromatinelemente eines etwa auf dem Stadium der Fig. 26 oder 27 befindlichen Keimbläschens in Polansicht. Ei, etwa 10 Minuten alt. *z*, dichtere Gruppe der Chromatinelemente.

Fig. 31 *b*. Äußere Platte der Chromatinelemente. Sonst wie Fig. 31 *a*.

Fig. 32. Erste Richtungsspindel eines etwa $^3/_4$ Stunden alten Eies. Inneres Chromatin aus dem benachbarten Schnitte in den hier abgebildeten eingetragen.

Fig. 33. Erste Richtungsspindel eines 25—27 Minuten alten Eies. Aus zwei

Schnitten kombinirt. Helle Kügelchen der thelyiden Erweiterung genau eingezeichnet, das Übrige etwas schematisch gehalten.

Fig. 34. Schnitt aus einem 45—48 Minuten alten Ei. Erstes Richtungskörperchen (oben), und Thelyid abgeworfen.

Fig. 34 *a*. Zwei Chromatinelemente des unteren Kernes der Fig. 34 von vorn und von der Seite gesehen, freihändig gezeichnet.

Fig. 35. Zweite Richtungsspindel (unten) und Theilungsfigur des ersten Richtungskörperchens oberhalb vom Thelyid. Ei etwa 65 Minuten alt.

Fig. 36. Abschnürung des zweiten Richtungskörpers (unten) und Theilung des ersten Richtungskörpers über dem Thelyid vollendet. Ei etwa 65 Minuten alt.

Fig. 37. Erstes Richtungskörperchen, schräg von oben gesehen, aus einem 45 bis 48 Minuten alten Ei. 14 Chromatinelemente.

Fig. 38. Weiblicher Pronucleus vor der Kernnetzbildung, ungefähr Polansicht, etwa 14 Chromatinelemente vorhanden. Ei etwa 65 Minuten alt.

Fig. 39. Aus drei Schnitten zusammengestellte Figur, zeigt unten den weiblichen Pronucleus, darüber das zweite Richtungskörperchen, dann folgend das Thelyid und darüber die beiden Theilprodukte des ersten Richtungskörperchens. Alle Kerne völlig ausgebildet. Ei 45—48 Minuten alt.

Fig. 40. Männlicher und weiblicher Pronucleus sind zusammengetreten. Ei etwa 100 Minuten alt.

Fig. 41. Ei wie in Fig. 40.

Fig. 42. Ei ebenfalls etwa 100 Minuten alt, von einem anderen Weibchen als Fig. 40, 41.

Fig. 43. Ei wie in Fig. 42. *a*, männlicher und weiblicher Pronucleus; *b*, ein überzähliger männlicher Pronucleus in demselben Ei.

Fig. 44. Ei wie Fig. 42.

Fig. 45. Wie vorige.

Fig. 46. Aus einem etwa 2 Stunden alten Ei. Männlicher und weiblicher Pronucleus verschmolzen?

Fig. 47. Männliche und weibliche Pronuclei von verschiedenen Eiern nach ihrem größten Umfang gezeichnet, soll das allmähliche Wachsthum des weiblichen Pronucleus zeigen. Die Geschlechtskerne bei *a*, *b* und *c* gehören je demselben Ei an.

Fig. 48. Verschmolzene Geschlechtskerne eines etwa 2 Stunden alten Eies.

Fig. 49. Ganz junger erster Furchungskern eines etwa 2$^1/_4$ Stunden alten Eies.

Fig. 50. Erste Furchungsspindel eines etwa 2$^1/_4$ Stunden alten Eies.

Fig. 51. Theilung der Äquatorialplatte in der ersten Furchungsspindel. Ei etwa 2 Stunden alt.

Tafel XXVI.

Vergrößerung der Fig. 52—80 = 740. Vgl. die Erläuterung der Taf. XXV.

Fig. 52. Aus neun Schnitten kombinirtes Bild der Spitze eines etwa 10 Minuten alten Eies. In die den Empfängnisfleck (*ef*) enthaltende Stelle ist aus dem nächsten Schnitt die Mikropyle (*m*), aus den benachbarten die Samenfäden *1*—*10* eingetragen. Samenfäden im Verhältnis etwas zu dick ausgefallen.

Fig. 53. Schnitt durch ein reifendes Spermatozoenbündel aus dem Hoden. Der Schmetterling war durch ein $^1/_4$ Minute währendes Eintauchen in kochendes Wasser abgetödtet.

Fig. 54. Ganz junges Spermatozoon aus dem Hoden. Konservirungsmittel:

Flemming'sche Flüssigkeit. *n*, Kern; *v*, Vacuole; *nb*, Nebenkern; *m*, Körperchen unbekannter Bedeutung.

Fig. 55. Ganz junges Spermatozoon aus dem Hoden. Konservirungsmittel: kochendes Wasser (vgl. Fig. 53). *n*, Kern; *nb*, Nebenkern.

Fig. 56. Schnitt durch ein reifes Spermatozoenbündel aus dem Hoden. Der Schmetterling war durch ein eine Minute währendes Eintauchen in Wasser von 70° C. abgetödtet. *n*, Kernregion; *h*, Hals.

Fig. 57. Figur aus einer Reihe benachbarter Schnitte kombinirt. *m*, Mikropyle; *s*, vom Boden des Empfängnisfleckes (*ef*) emporgestiegene Plasmasäule; sp_1, tiefer eingedrungenes Spermatozoon, schon umgeben vom Arrhenoid (*h*); sp_2, ein zweiter Spermatozoenkopf; *sf*, abgerissene Schwanzfäden der eingedrungenen Spermatozoen. Ei etwa 15 Minuten alt.

Fig. 58. Das Spermatozoon aus Fig. 2 stärker vergrößert, besteht aus Kerntheil (*c*) und einem achromatischen Fadenstück (*a*). Das Arrhenoid kommt zur Entwicklung und besteht aus dem hellen Fleck (*f*) und dem hellen Hof (*h*).

Fig. 59. Tiefer in das Ei eingedrungenes Spermatozoon. Buchstaben wie in Fig. 58. Aus zwei benachbarten Schnitten kombinirt. Ei etwa 3/4 Stunde alt.

Fig. 60. Wie Fig. 59. Ei 25—27 Minuten alt. Nicht kombinirt.

Fig. 61. Wie Fig. 59. Kopftheil *c* stäbchenförmig. Nicht kombinirt.

Fig. 62. Ansicht des spermatozoiden Kopfstäbchens (*c*) vom Rücken her. Das Arrhenoid (*h*) erstreckt sich noch auf den folgenden Schnitt. Ei etwa eine Stunde alt.

Fig. 63. Querschnitt durch ein Spermatozoon (*sp*), umgeben vom Arrhenoid (*h*). Stärker vergrößertes Stück der Fig. 3.

Fig. 64. Umriss des Plasmahofes eines Spermatozoon im Ei, zeigt die seitliche Stellung des Kopftheiles (*c*). Aus einem etwa 65 Minuten alten Ei.

Fig. 65. Aus einem 45—48 Minuten alten Ei. Buchstaben wie in Fig. 58.

Fig. 66. Wie Fig. 65. Pyramidenförmig gewordener Kopftheil (*c*) des Spermatozoon vom Faden (*a*) und dem Arrhenoid (*f*) getrennt.

Fig. 67. Aus einem etwa 65 Minuten alten Ei. Faden verschwunden, Kopftheil liegt seitlich.

Fig. 68. Aus einem 45—48 Minuten alten Ei. Kopftheil des Spermatozoon aufgebläht. Arrhenoid beginnt zu verschwinden.

Fig. 69. Stück eines Samenfadens im oberen Randplasma eines etwa 3/4 Stunden alten Eies.

Fig. 70. Samenfaden aus dem Receptaculum seminis des Weibchens. Rasch getrocknet, mit Ehrlich's Hämatoxylin gefärbt. *n*, Kerntheil, das Übrige der Schwanz. Nur der Kerntheil und die darauf folgende Partie mit der Camera lucida gezeichnet, das Übrige ebenfalls gezeichnet, mit einem Faden gemessen und nun in der Figur in willkürliche Schlingen gelegt.

Fig. 71. Querschnitt durch den Empfängnisfleck (*ef*) mit den wohl zur Anlockung des Samens dienenden Sekretmassen (*s*).

Fig. 72. Die beiden ersten Embryonalkerne, achromatisch geworden, in ihrem Plasmahof. Ei etwa 2½ Stunden alt.

Fig. 73. Zwei Tochterkerne in einem etwa 5 Stunden alten Ei.

Fig. 74. In dem achromatischen Embryonalkern eines etwa 4 Stunden alten Eies tritt wieder Chromatin auf.

Fig. 75. Theilungsspindel eines Embryonalkernes aus einem etwa 3 Stunden alten Ei, mit chromatischer Äquatorialplatte und zwei Polkörperchen. Aus zwei Schnitten kombinirt.

Fig. 76. Das Chromatin in den verschmolzenen Richtungskörpern ist wieder schleifenförmig geworden. Ei etwa 5 Stunden alt.

Fig. 77. Richtungskörper kurz vor der Verschmelzung. Ei etwa 2 Stunden alt.

Fig. 78. Chromatin der Richtungskörper in Körnchengruppen übergegangen. Ei etwa $2^1/_2$ Stunden alt.

Fig. 79. Das Chromatin der verschmolzenen Richtungskörper beginnt sich zu vermischen. Ei etwa 4 Stunden alt.

Fig. 80. Richtungskörper aus einem etwa 100 Minuten alten Ei. Chromatin schleifenförmig. Die Richtungskörper erscheinen ungleich groß, weil ungleich durchschnitten. Nur ein Schnitt dargestellt.

Über Tracheenendigungen in den Sericterien der Raupen.

Von

Dr. C. v. Wistinghausen.

(Aus dem zoologischen Institut in Berlin.)

Mit Tafel XXVII.

Es wird vielleicht wesentlich zum Verständnis dieser Arbeit beitragen, wenn in der historischen Übersicht nicht nur die Tracheenendigung in den Sericterien, sondern auch im Allgemeinen die Art der Endverzweigung der Tracheen in den Organen der Tracheaten, so viel über dieselbe bekannt ist, hier kurz berücksichtigt wird.

Über die Endigungsweise der Tracheen herrschen in der Litteratur verschiedene sich widersprechende Ansichten und es ist bis heute noch nicht entschieden, ob die Tracheen blind oder offen endigen, ob sie nach Analogie der Blutkapillaren Anastomosen bilden oder ob die letzten Ausläufer der Athemröhrchen inter- oder intracellulär gelegen sind.

Burmeister und die älteren Entomologen hatten die Ansicht, dass die mit einem Spiralfaden versehenen Tracheen immer feiner werdend die Organe der Insekten umspinnen und nach Art der Blutkapillaren mit einander anastomosiren. Einen Beweis für diese Endigungsweise der Tracheen hatte freilich Niemand erbracht, aber diese hypothetische Ansicht war allgemein angenommen, zumal sie keineswegs mit den physiologischen Anschauungen in Widerspruch zu stehen schien.

Platner[1], der die Tracheen der Seidenraupe untersuchte, wies zuerst nach, dass die mit einem Spiralfaden versehenen Tracheen keineswegs an ihren Enden mit einander anastomosiren, sondern in feine homogene »Endfäden« auslaufen. Diese Endfäden, wie er die Tracheenkapillaren der späteren Autoren nannte, in welche die Tracheen auslaufen, hielt **Platner**, da er sie nicht mit Luft gefüllt fand, außerdem ihr Durchmesser mit dem der Spiralfaser übereinstimmte, für solide Stränge, die mit dem Spiralfaden identisch seien und somit kein Lumen besäßen. Er war also der Ansicht, dass die Tracheen blind endigen, der Spiralfaden aber, den er den damaligen Ansichten entsprechend als selbständiges Gebilde ansah, sich eine Strecke weit ins Parenchym fortsetzt.

---

[1] Platner, Mittheilungen über die Respirationsorgane in der Haut bei der Seidenraupe. Müller's Archiv 1844.

Im Gegensatz zu dieser längst aufgegebenen Ansicht **Platner**'s spricht **Leuckart**[1] die Behauptung aus, dass in den feinen Enden der Tracheenzweige vielmehr der Spiralfaden schwindet, dagegen »die anderen Häute« noch eine Strecke weit verfolgt werden können. Wie sich jedoch die letzten Enden verhalten, ob geschlossen oder offen, das konnte **Leuckart**, wie er selbst sagt, mit Bestimmtheit nicht beantworten.

Leydig, der in seinen zahlreichen histologischen Arbeiten wiederholt sich mit Tracheenendigungen beschäftigt hat, spricht in seinen älteren Arbeiten[2] die Ansicht aus, dass die Endigung der Tracheen in und an den Organen auf ähnliche Weise erfolgt, »wie die Blutgefäße der Wirbelthiere an der Peripherie sich verhalten«. Die zu einem Organ herangetretenen Tracheen sollen nach feiner und feinster Vertheilung sich zu einem Netz, den Kapillaren entsprechend, verbinden. Er glaubte dieses deutlich am Darm von Eristalis tenax gesehen zu haben. Hingegen in seiner Arbeit über die Larve von Corethra plumic.[3] und insbesondere in seinen letzterschienenen Arbeiten[4] ist **Leydig** zu der Ansicht gelangt, dass die Tracheen in die Zellen selbst eindringen und die letzten Ausläufer der Athemröhrchen die Luft an das die Lücken erfüllende Hyaloplasma bringen. An den Sericterienzellen der Raupen will **Leydig** ein solches Verhalten der Tracheenenden beobachtet haben und ein ähnliches auch in den Primitivbündeln der Muskeln von der Corethralarve (Zelle und Gewebe p. 147). Nach seinen Angaben sollen die feinsten Tracheen in die Muskelsubstanz eindringen; die sich theilenden Endröhrchen der Tracheen verlaufen in dichten Schlängelungen, sind äußerst fein und zart und liegen im »Lückensystem« der Muskelprimitivbündel. Die äußerst feinen Ausläufer der Tracheen verlieren sich zwischen den Körnchen der Muskelsubstanz, »ob zuletzt geschlossen oder geöffnet, ist bei der äußersten Feinheit der Theile kaum festzustellen« (Zelle und Gewebe p. 149). Danach muss man wohl annehmen, dass Leydig seine oben erwähnte frühere Auffassung, die Tracheen anastomosiren analog den Blutgefäßen der Wirbelthiere, aufgegeben hat und, gestützt auf seine neueren Beobachtungen, die Ansicht vertritt, dass die Tracheen in die Zelle selbst eindringen und daselbst mit dem Hyaloplasma in Verbindung tretend endigen. Er sagt darüber Folgendes: »Anbelangend der Athmung, so wäre dieselbe abermals in das Hyaloplasma zu verlegen. Für die Annahme spricht die Thatsache, dass bei den Arthropoden, welche durch Tracheen athmen, die letzten Ausläufer der Tracheen die atmosphärische Luft in die vom Maschenwerk begrenzenden Räume, also an das die Lücken erfüllende Hyaloplasma bringen« (Zelle und Gewebe p. 43).

---

[1] Lehrbuch der Zootomie von **Frey** und **Leuckart**. Wirbellose Thiere. 1847.

[2] Zum feineren Bau der Arthropoden. 1855. Lehrbuch der Histologie. 1857. Zur Anatomie der Insekten. 1859.

[3] Diese Zeitschr. Bd. III. 1851.

[4] Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. 1884. p. 72. Zelle und Gewebe. 1885. p. 147 und 149 etc.

In Übereinstimmung mit Leydig behauptet C. Kupffer ebenfalls, dass die Tracheen mit ihren Endausläufern in die Zellen eindringen. In seiner Arbeit über das Verhalten der Drüsennerven zu Drüsenzellen[1] sagt er, dass die Tracheen nicht bloß von außen die Speicheldrüsen der Muscidenlarve umspinnen, sondern mit einer nicht unbeträchtlichen Zahl feiner Zweige die Tunica propria durchbohren und theils als feine nicht messbare Endäste, die keine Spur des Spiralfadens der Intima mehr wahrnehmen lassen, zwischen den tafelförmigen Zellen verlaufen, ohne Netze zu bilden, theils unzweideutig in diese Drüsenzellen selbst eindringen und bis in die Nähe des Kernes verfolgt werden können. In den verschiedenen Arbeiten über die Leuchtorgane der Lampyriden, war die Frage nach dem Verhalten der letzten Endigungen der Tracheen zu den Zellen der Leuchtorgane von ganz besonderem Interesse und ist auch wiederholentlich Gegenstand der sorgfältigsten Untersuchung gewesen. Es ist daher auch für uns von Interesse, die Resultate dieser Arbeiten in Beziehung auf Tracheenendigungen kurz zu überblicken; jedoch auch hier stoßen wir auf sehr sich widersprechende Angaben und eine endgültige Lösung der Frage nach dem Verhalten der letzten Tracheenendigungen haben diese Arbeiten nicht gegeben.

Kölliker[2], der zuerst die Leuchtorgane untersuchte, giebt an, dass die in die Leuchtorgane hineintretenden Tracheen zwischen den Zellen verlaufen, sich verästeln und schlingenförmig anastomosiren. Dies wurde von M. Schultze[3] vollkommen in Abrede gestellt und kategorisch bestritten. Er behauptete vielmehr, dass die Tracheen nur so weit, als der Spiralfaden reicht, luftführende Röhrchen seien; »darüber hinaus setzt sich die Röhre in ein sehr blasses Fäserchen fort, welches nicht mehr hohl zu sein scheint, sich schnell verdickt und in einen kleinen sternförmigen Körper übergeht«. Dieser sternförmige Körper war nach M Schultze's Ansicht eine Zelle mit vier bis sechs oder noch mehr nach verschiedenen Richtungen ausstrahlenden Fortsätzen und einem Kern. Eine Verbindung der ausstrahlenden Fortsätze verschiedener benachbarter Zellen hat er niemals gesehen. Man glaubte lange Zeit in diesen sternförmigen Zellen, sogenannte »Tracheenendzellen«, die wahren Endigungen der Tracheen gefunden zu haben, bis jedoch zuerst von v. Wielowiejski[1] nachgewiesen wurde, dass die sogenannten Tracheenendzellen nicht wahre Endigungen der Athemröhrchen darstellen, sondern die an der Basis der Tracheenkapillaren schwimmhautartig verbreiterte Peritonealhaut sei. An der Basis der Tracheenkapillaren, die von einer mit Spiralfaden versehenen Trachee ausstrahlen, breitet sich nach v. Wielowiejski die Peritonealschicht schwimmhautartig zwischen den einzelnen Tracheenkapillaren aus; bei Anwendung von Osmiumsäure, die von M. Schultze bei diesen Untersuchungen zuerst angewendet wurde, wird die Peritonealhaut stark geschwärzt und täuschte so ein sternförmiges Gebilde vor, das von M. Schultze für eine Zelle mit Kern und Fortsätzen gehalten wurde.

---

[1] Archiv für mikr. Anatomie. Bd. IX. 1873.

[2] Verhandlungen der Würzburger phys.-med. Gesellschaft. Bd. VIII. 1857.

[3] Archiv für mikr. Anatomie. Bd. I. 1865.

Nach v. Wielowiejski dringen die Tracheen in die Leuchtorgane ein, verzweigen sich als feine den Spiralfaden entbehrende homogene Röhrchen, die er nach Leydig Tracheenkapillaren nennt; in Übereinstimmung mit Kölliker behauptet v. Wielowiejski, dass die Tracheenkapillaren selten blind endigen, vielmehr anastomosiren sie mit einander »eine Art unregelmäßiger Netze bildend«. Sie verlaufen zwischen den Parenchymzellen der Leuchtorgane, die Zellen vielfach umfassend, dringen aber nicht in dieselben ein. Der Verlauf der Tracheenkapillaren scheint nach v. Wielowiejski's Schilderung nie ganz unregelmäßig zu sein; hin und wieder sieht man zwei bis drei Tracheenkapillaren in ziemlich gerader Linie sich verbinden, meist schlängeln sie sich in allen Richtungen, ja nach den Zeichnungen zu urtheilen verknäueln sie sich wirr durch einander, was wohl auf die Präparation zurückzuführen sein wird. Verhältnismäßig selten sieht man auf den Zeichnungen wirkliche Anastomosen der Tracheenkapillaren. Emery[2] bestreitet auch strikt in dieser Hinsicht v. Wielowiejski's Angaben und behauptet, dass die Tracheenendzweige immer frei endigen, niemals mit anderen Kapillaren, sei es desselben oder anderer Stämme, sich verbinden. In Übereinstimmung mit v. Wielowiejski behauptet hingegen auch Emery, dass ein

---

[1] Studien über die Lampyriden. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII.

[2] Emery, Untersuchungen über Luciola italica. Diese Zeitschr. Bd. XL.

Eindringen von Tracheenkapillaren in die Zellen von ihm niemals gesehen worden sei.

Sehr auffallend sind die Angaben HEINEMANN's[1], dass die Parenchymzellen der Leuchtorgane amerikanischer Cucujusarten von den Tracheenkapillaren durchbohrt werden und an denselben »wie Perlen auf einer Schnur aufgereiht seien«. In wie weit diese Angabe richtig ist, vermag ich nicht zu entscheiden, da ich mexikanische Cucujus nicht untersucht habe; bei unseren einheimischen Insekten habe ich jedoch niemals ein so auffallendes Verhalten der Tracheenkapillaren gesehen. Falls ich Präparate zu Gesicht bekam, die das Bild einer scheinbaren Durchbohrung der Zelle von Tracheen boten, ist es mir immer gelungen, nachzuweisen, dass dies nicht der Fall war, sondern Folge der Präparation; durch Anwendung stark eingreifender Reagentien, beispielsweise Kalilauge, kann man leicht solche täuschende Bilder erhalten.

Zutreffend scheint mir auch die Schilderung, die C. CHUN[2] von den Endverzweigungen der Tracheenkapillaren in den Rectaldrüsen der Insekten, speciell Dipteren, giebt. An jede Papille treten zwei große Stämme heran, die sich im Innenraum derselben immer feiner verästeln und in dem Ende in ein Kapillarnetz auflösen, dessen Ästchen einbiegen, wieder in größere Stämme zurücklaufen und so ein geschlossenes System von Luftröhren bilden.

Es giebt noch eine große Anzahl von Arbeiten, in denen gelegentlich die für gewöhnlich bezeichneten Endverzweigungen der Tracheen, so weit sie leicht sichtbar sind, berücksichtigt werden; da es jedoch nicht in der Absicht der betreffenden Autoren lag, die wahren Enden und ihr Verhalten zu den Parenchymzellen derjenigen Organe, die sie untersuchten, zu eruiren, so haben diese Angaben unsere Kenntnisse über die wahren Endigungen der Tracheen nicht wesentlich gefördert. Meist lauten diese Angaben, dass die Tracheen die Organe »umspinnen« oder sich zu einem dichten Netz, den Blutkapillaren entsprechend verbinden. Ich bin weit entfernt, die etwaigen Anastomosen der letzten Tracheenenden in Abrede zu stellen; im Gegentheil, wie wir später sehen werden, bin ich zu einem ähnlichen Resultat gelangt. Wenn die Angaben so strikt und exakt lauten, die Schilderungen so ausführlich sind, wie in der oben erwähnten Arbeit von CHUN, bezweifele ich sie keineswegs, und es ist ein hoher Grad von Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass es sich thatsächlich so verhält. Ich bezweifele es nur, dass unter der so häufig zu lesenden Angabe, »ein Netz von Anastomosen umspinnt das Organ«, wirklich die letzten Enden der Tracheen zu verstehen sind. In der Regel lässt es sich keineswegs ohne Weiteres nachweisen; bei flüchtiger Betrachtung, namentlich frischer Präparate, erscheint es allerdings, dass die feinen Tracheenzweige ein die Organe umspinnendes Netz bilden; die genaue Untersuchung ergiebt jedoch in der Regel, dass diese feinen Tracheen in verschiedenen Richtungen hinziehen, sich kreuzen, verflechten, aber wirkliche Anastomosen, geschweige denn Blutkapillaren ähnliche Netze bilden sie gar nicht oder nur höchst selten, vielmehr laufen diese Tracheen schließlich in feine blasse homogene Röhrchen aus, die sich, sei es durch ihr eigenthümliches Lichtbrechungsvermögen, sei es aus anderen nicht bekannten Gründen, nicht weit verfolgen lassen und ganz unsichtbar werden, so dass es sich nicht entscheiden lässt, wie sich ihre letzten Enden verhalten. Nur an einigen für diese Untersuchungen ganz besonders geeigneten Objekten, wie beispielsweise die Sericterien der Raupen es sind, lässt sich das Verhalten der letzten Endigungen der Tracheen einigermaßen eruiren.

---

[1] HEINEMANN, Über die Leuchtorgane der in Vera-Cruz vorkommenden Leuchtkäfer. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VIII und Zur Anat. und Physiol. der Leuchtorgane mexikanischer Cucujos. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXVII.

[2] C. CHUN, Über den Bau, die Entwicklung und physiol. Bedeutung der Rectaldrüsen der Insekten. Abhandlungen der SENCKENBERG'schen naturf. Gesellschaft in Frankfurt 1875.

Aus diesen Gründen ist es bisher, mit nur wenigen Ausnahmen, nicht gelungen, die wahren letzten Endigungen der Tracheen in den Organen der Insekten nachzuweisen. Als Beweis, wie schwierig es ist, könnte die sehr ausführliche Arbeit Lubbock's[1] über den Verzweigungsmodus der Tracheenkapillaren angeführt werden; Lubbock hat eine große Anzahl von Insekten auf die Endverzweigung ihrer Tracheen hin untersucht, es ist ihm aber nicht gelungen, die letzten Enden der Tracheenkapillaren zu sehen, geschweige ihr Verhalten zu den Zellen oder ihre Endigungsweise zu eruiren.

Fassen wir die wichtigsten Resultate der hier referirten Arbeiten zusammen, mit Ausnahme der älteren und als unrichtig erkannten Angaben, so ergiebt sich etwa Folgendes:

Kupffer und Leydig vertreten die Ansicht, dass die letzten Enden der Tracheen in die Zellen eindringen und intracellulär endigen. Kölliker, v. Wielowiejski und Emery, die ihre Angaben nur auf die Untersuchungen an den Leuchtorganen der Lampyriden stützten, behaupten, dass die Enden der Tracheen niemals in die Zellen eindringen, vielmehr zwischen den Zellen gelegen sind. Ob die letzten Enden mit einander anastomosiren oder blind auslaufen, darüber herrschen, wie wir gesehen haben, die verschiedensten sich widersprechenden und weit aus einander gehenden Ansichten und Angaben. Im Allgemeinen können wir nicht sagen, wie die Tracheen in den Organen der Insekten endigen.

---

[1] Lubbock, On the Distribution of the Tracheae in Insects. The Transactions of the Linnean society of London. Vol. XXIII. London 1860.

Methode der Untersuchung.

Bevor ich auf die Darstellung meiner eigenen Resultate eingehe, möchte ich an dieser Stelle einige Bemerkungen über die angewendeten Präparationsmethoden bei den Untersuchungen der Tracheenenden vorausschicken. Die Tracheenkapillaren sind ihres Lichtbrechungsvermögens wegen in den verschiedenen Organen der Tracheaten sehr schwer zu sehen, ja, man kann sagen, es ist unmöglich in den meisten Organen ohne Weiteres ihr Verhalten zu den Zellen oder ihre Endingungsweise zu eruiren, es sei denn, dass man eine Methode ausfindet, die die Kapillaren in irgend einer Weise sichtbar macht. Die denkbar günstigste Methode wäre eine Injektion der Tracheen und ihrer letzten Ausläufer mit einer farbigen Injektionsmasse. Es sind auch in dieser Hinsicht verschiedene Vorschläge und Versuche gemacht worden, auf die ich hier etwas näher eingehen will.

H. Michels[1] will mit einem Vacuum-Apparat, der nach Angaben von Prof. Ehlers konstruirt, eine Injektion der feinsten Tracheen, wie er sagt, erzielt haben. Ich will jedoch gleich bemerken, dass es Michels bei seinen Untersuchungen weniger auf die feinen histologischen Details der Tracheenenden, als auf Anastomosen der feineren Tracheenstämme ankam. Der Apparat, dessen Konstruktion genau in dieser Zeitschrift Bd. XXXIV, p. 662 geschildert ist, ist ein doppelwandiger, vollständig luftdicht verschlossener kupferner Kessel, aus welchem die Luft durch eine Luftpumpe entfernt werden kann. In den angeheizten Kesselraum wird das Objekt in einem Becherglase in einer farbigen Injektionsmasse schwimmend gestellt; der Kesselraum wird alsdann mittels einer Luftpumpe ausgepumpt. Im luftverdünnten Raum soll die Luft aus den Tracheen entweichen und an ihrer Stelle die Injektionsmasse eindringen. Dies geschieht auch in geringem Maße, aber die Injektionsmasse dringt nur in die größeren Tracheenzweige; dagegen eine Injektion der feinsten Tracheenkapillaren findet nicht statt.

J. T. Oudemans[2] wendete statt der warmen eine kalte Injektionsmasse an, ein Gemisch von Kopallack mit viel Äther, dem einige Tropfen einer sehr starken alkoholischen Lösung von Methylgrün zugefügt, und stellte die Objekte in dieser Injektionsmasse unter den Recipienten einer Luftpumpe. Diese Methode ist wesentlich besser als die vorher beschriebene, denn man braucht nicht den theuren Ehlers'schen Apparat und die Resultate sind nach meiner Erfahrung bei Weitem besser. Die Injektionsmasse dringt verhältnismäßig tief und leicht in die Tracheen ein, aber eine Injektion der Tracheenkapillaren erreicht man auch mit dieser Methode nicht.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. H. Michels, Beschreibung des Nervensystems von Oryctes nasicornis etc.

[2] Bijdrage tot de Kennis der Thysanura en Collembola. Amsterdam 1887. p. 72.

Bei meinen Injektionsversuchen mit dem Vacuum-Apparat habe ich sowohl negativen als positiven Druck angewendet — d. h. so viel man mit einer gewöhnlichen Stiefelpumpe positiven Druck zu erzeugen vermag, also ungefähr 2—3 Atmosphären, — jedoch ohne Resultat, und es ist mir niemals gelungen, die Injektionsmasse bis in die Tracheenkapillaren zu treiben.

Raphael Dubois[1] will bei einem kolossalen Druck von 600 Atmosphären eine vollständige Injektion der Tracheen erzielt haben. Da er aber nicht angiebt, dass er die Luft aus den Tracheen vorher entfernt hat, so kommt es mir sehr zweifelhaft vor, dass die Injektionsmasse sehr tief in die Tracheen eingedrungen sein kann. Mir standen Apparate, mit denen ich einen Druck von 600 Atmosphären erzeugen konnte, nicht zur Verfügung, und in Folge dessen habe ich die Versuche nicht kontrolliren können.

Eine andere Methode, die Thiere in Osmiumsäuredämpfen abzutödten, hat bekanntlich Max Schultze zuerst empfohlen und nach ihm haben fast Alle, die Lampyriden histologisch untersuchten, diese Methode angewendet. Mit Lampyriden habe ich meine Versuche nicht angestellt, hingegen mit vielen anderen Tracheaten; diese hing ich, wie das von M. Schultze angegebene Verfahren verlangt, in Osmiumsäuredämpfe verschiedener Koncentration auf. Eine Schwärzung der Peritonealhaut der Tracheen tritt bald mehr, bald weniger ein, hingegen eine Schwärzung der Tracheenkapillaren niemals. Auf das Ausbleiben der Reduktion der Osmiumsäure in den feinen Tracheenästen und Tracheenkapillaren hat v. Wielowiejski ebenfalls aufmerksam gemacht und glaubt es dadurch erklären zu können, dass die im Tracheensystem aufgenommene Osmiumsäuremenge schon in den Anfangsröhrchen reducirt wird und nicht mehr zu den feinsten Verzweigungen vorzudringen im Stande ist. Ich glaube, dass diese Erklärung eine vollkommen richtige ist und möchte nur noch hinzufügen, dass ich die Beobachtung gemacht habe, so wie man die Insekten den Osmiumdämpfen aussetzt, die Athmung eine sehr oberflächliche wird, ja scheinbar ganz aufhört. So wie aber das eintritt, können die Osmiumsäuredämpfe nicht tief in das Tracheensystem eindringen.

---

[1] Bulletin de la Societé zoologique de France pour l'année 1886. Onzième volume. Paris 1886. p. 63.

Außer diesen habe ich noch die verschiedensten Methoden angewendet, um die Tracheenkapillaren durch Färbung oder Injektion sichtbar zu machen, jedoch ohne ein Resultat erzielen zu können. Daher habe ich meine Untersuchungen über die Endigungsweise der Tracheenkapillaren ausschließlich auf so günstige Objekte, wie es die Sericterien der Raupen sind, beschränken müssen.

Da auch die besten Fixirungsmittel das Tracheenkapillarendnetz so veränderten, dass es gar nicht erkennbar war, gab ich es auf, an Schnitten und Dauerpräparaten die Endigungsweise der Tracheen zu studiren und untersuchte die Sericterien fast nur frisch in 0,5%iger Kochsalzlösung oder in Leimglycerin. Meist war das Verfahren folgendes: Die Sericterien werden in 0,5%iger Kochsalzlösung vorsichtig herauspräparirt, dann an einer Seite aufgeschnitten, auf einem Objektträger ausgebreitet, so dass die Innenfläche auf das Glas zu liegen kommt. Empfehlenswerth ist es, das dicke Sekret nach Möglichkeit vorsichtig mit einem Pinsel zu entfernen oder auch die aufgeschnittenen Sericterien von der festen Sekretmasse abzuziehen, was bei einiger Übung leicht möglich ist. Alsdann untersucht man die Sericterien entweder in 0,5%iger Kochsalzlösung oder, was bei einigen Raupenarten, wie z. B. Ocneria dispar sich als sehr vortheilhaft erwies, in Leimglycerin. Dasselbe stellte ich mir nach Angabe von Ranvier her: gewöhnliche Gelatine wird ohne Wasserzusatz im Wasserbade gelöst, mit gleichen Theilen Glycerin gemischt und durch Flanell filtrirt. Das Leimglycerin wird im geschmolzenen, jedoch nicht zu heißem Zustand direkt auf die präparirten Sericterien aufgetragen und alsdann auf einige Zeit in einen Wärmkasten von 50° C. gelegt. Das Leimglycerin hat, abgesehen von der aufhellenden Wirkung, noch den Vortheil, dass es wahrscheinlich durch sein Lichtbrechungsvermögen, die Tracheenkapillaren der Sericterien einiger Raupenarten noch viel deutlicher erscheinen lässt, als die 0,5%ige Kochsalzlösung. Die Präparate halten sich jedoch in dem Leimglycerin nur kurze Zeit, höchstens 1—1½ Stunden, alsdann verändern sie sich sehr. Die 0,5%ige Kochsalzlösung ist jedoch meist dem Leimglycerin in so fern vorzuziehen, da es am wenigsten das Aussehen des später zu beschreibenden Tracheenkapillarendnetzes verändert.

Über den Bau der Sericterien und Verlauf der Tracheen.

Die Sericterien der Raupen bestehen bekanntlich aus einer Membrana propria, einem einschichtigen Pflasterepithel und einer festen cuticularen Intima. Das Drüsenepithel setzt sich zusammen aus flachen, auffallend großen sechseckigen Zellen, die so groß sind, dass man sie deutlich mit bloßem Auge erkennen kann. Die Kerne zeigen die bekannte stark verzweigte Form. Das Protoplasma ist farblos, zeigt aber je nach Größe und Abschnitt der Drüse eine verschiedene Beschaffenheit; meist erscheint es feinkörnig, namentlich im hinteren Abschnitt der Drüse, hingegen im mittleren und auch im Ausführungsgang bemerkt man gegen das innere Lumen hin bald mehr oder weniger deutlich Fasern im Protoplasma, die dicht neben einander in cirkulärer Richtung verlaufen. Diese Fasern zeigen einen rein protoplasmatischen Charakter und sind mit dem später zu beschreibenden Tracheenkapillarendnetz nicht zu verwechseln. Betrachtet man die Spinndrüsen der Raupen bei schwächerer Vergrößerung, so erblickt man auf der Oberfläche derselben eine Menge von Tracheen sich verzweigen. Meist verlaufen die großen Tracheenstämme in der Längsrichtung der Spinndrüse, geben eine große Anzahl von Zweigen ab, die theils in verschiedener Richtung über die großen Zellen hinwegziehen, theils zwischen ihnen gelegen sind. Von diesen zweigen sich kleinere Tracheen ab, die entweder auf der Zelle oder über die Zelle hinwegziehend, auf der nebenan liegenden Zelle scheinbar ihr Ende erreichen. Betrachtet man diese scheinbaren Enden der Ausläufer der Tracheen bei starker Vergrößerung, so sehen wir, dass dieselben mit Luft gefüllte und mit Spiralfaden versehene Tracheen sind, die unter der Tunica propria der Sericterien gelegen sind und an ihrem scheinbaren Ende in je zwei bis fünf feine homogene, luftleere Röhrchen übergehen.

Die Tunica propria wird thatsächlich von den Tracheen durchbohrt und zwar nicht von den dicken Stämmen, sondern von den feineren Zweigen. Engelmann hat dieses ebenfalls konstatiren können und sagt darüber Folgendes[1]: »Die Tunica propria wird von den Tracheen durchbohrt, deren zahlreiche Äste sich auf, zwischen und in den Epithelzellen bis nahe an das Lumen heran ausbreiten.«

Vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt lässt es sich schwer erklären, wie die feinen Tracheenstämmchen die starke Tunica propria durchbohren sollen; Thatsache ist es, dass sie es thun. Man kann sich leicht an Querschnitten durch die Sericterien überzeugen, dass (Fig. 2) die feinen, mit Spiralfaden versehenen Tracheenstämmchen unter der Tunica propria gelegen sind. Diese Tracheen liegen jedoch nicht im Plasma der Zelle, sondern sind stets durch eine dünne Haut vom Plasma der Zelle geschieden. Niemals habe ich Tracheen im Plasma der Zelle verlaufen oder endigen sehen; sie verlaufen stets entweder dicht unter der Tunica propria auf der Zelle und sind vom Plasma durch eine dünne Haut, die von der Tunica ausgeht, geschieden, oder sie verlaufen zwischen den Zellen.

---

[1] Zur Anatomie und Physiologie der Spinndrüsen der Seidenraupe. Nach den Unters. von Th. W. v. Lidth de Jeude mitgetheilt von Professor Th. W. Engelmann, Utrecht. Zool. Anz. Jahrg. I. Nr. 5.

Die Tracheenkapillaren und das Tracheenkapillarendnetz.

Die Tracheen gehen an ihren scheinbaren Enden in feine homogene Röhrchen über, deren Anzahl eine sehr wechselnde ist und sich nach der Species der Raupen richtet. In der Regel zählt man zwei bis fünf, oft aber auch mehr. — Diese homogenen Röhrchen haben Leydig und nach ihm v. Wielowiejski als Tracheenkapillaren bezeichnet, ein Name, der, wenn auch nicht ganz passend gewählt, sich ziemlich allgemein in der Litteratur eingebürgert hat. Aus diesem Grunde behalte ich ihn bei und verstehe kurzweg unter Tracheen diejenigen Luftröhren, die mit einem Spiralfaden versehen sind, unter Tracheenkapillaren hingegen die feinen homogenen Röhrchen, die keine Spur von einem Spiralfaden aufweisen.

In der Regel gehen die Tracheenkapillaren von den äußersten Spitzen der Tracheenröhrchen ab, jedoch sieht man oft, dass sie nicht nur an den Enden, sondern auch im Verlauf sowohl der feineren, als auch sogar der verhältnismäßig starken Tracheenstämme ihren Ursprung nehmen. Ihr Verlauf ist meist unregelmäßig: bei manchen Raupenarten schlängeln sie sich in verschiedene Richtungen, bei anderen hingegen verlaufen sie ganz gerade, geben meist keine Seitenzweige ab. Ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich 0,0016 mm. Die Tracheenkapillaren bestehen erstens aus einer Matrixschicht, der sogenannten Peritonealhaut, die bei manchen Arten, so z. B. bei Bombyx Yama-Mai, sehr stark entwickelt ist und schwimmhautartig zwischen den Kapillaren sich ausbreitet, und zweitens einer Intima, die aus Chitin besteht, aber niemals einen Spiralfaden zeigt. In den frischen Präparaten findet man die Tracheenkapillaren niemals mit Luft, sondern mit einer Flüssigkeit gefüllt.

Leydig[1] behauptet nun, wie wir es schon in der historischen Übersicht gesehen haben, dass diese Tracheenkapillaren in die Zellen der Sericterien eindringen und im Hyaloplasma ihr Ende erreichen. Es ist mir nicht gelungen, mich von der intracellulären Endigungsweise der Tracheen zu überzeugen und Bilder zu Gesicht zu bekommen, die der Leydig'schen Zeichnung (l. c. Taf. VI, Fig. 69) entsprechen.

---

[1] Leydig, Untersuchungen zur Anatomie u. Histologie der Thiere. Bonn 1884.

Die Tracheenkapillaren der Sericterien sind, im Gegensatz zu denjenigen anderer Organe, in ihrem Verlauf auf der Zelle verhältnismäßig leicht zu verfolgen; sie verlaufen unter der Tunica propria, zwischen derselben und der Zelle, dringen aber nicht tiefer in die Zelle ein, um dort zu endigen, sondern gehen in ein durch mannigfaltige Anastomosen gebildetes Netz über (Fig. 1, 3, 5). Das Netz, das wie aus feinen Fäden gebildet erscheint, breitet sich über die ganze Sericterienzelle aus und sämmtliche Tracheenkapillaren, die an die Zelle herantreten, stehen in Verbindung und gehen in dieses Netz über. Das Aussehen des Netzes zeigt bei verschiedenen Raupenarten einige geringe Modifikationen, auf die ich später noch zu sprechen komme. Bei Ocneria dispar beispielsweise ist es sehr dicht; die einzelnen Fäden theilen sich gabelig, verlaufen theils in geraden, theils in gebogenen Linien und anastomosiren mit einander. An den Bifurkationsstellen spannt sich eine Haut zwischen den Fäden schwimmhautartig aus (Fig. 8), die ebenfalls je nach Art bald mehr, bald weniger stark entwickelt ist. Frisch untersucht in 0,5 $^0/_0$ iger Kochsalzlösung zeigen die einzelnen Fäden des Netzwerkes einen gebogenen oder geradlinigen Verlauf (Fig. 3, 6, 8), hingegen in Leimglycerin erscheinen sie etwas zackig (Fig. 4), was jedoch nur auf Schrumpfung in Folge des heißen Leimglycerins zurückzuführen ist.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der Struktur und Zusammensetzung des oben beschriebenen Netzes, welches mit den Tracheenkapillaren in Verbindung steht, so kann man sich leicht überzeugen, dass die Peritonealhaut der Tracheenkapillaren in direkter Verbindung mit dem Netze steht und in dasselbe übergeht. Ein ganz ähnliches Verhalten, wie an der Basis der Tracheenkapillaren (Fig. 8), zeigt die Peritonealhaut im Netz; auch hier breitet sie sich an den Bifurkationsstellen schwimmhautartig zwischen den sich theilenden Fäden aus. Die einzelnen Fäden des Netzes sind rund, zeigen meist deutlich doppelte Kontouren, dasselbe etwas gelbliche Aussehen und Lichtbrechungsvermögen wie die Tracheenkapillaren und erscheinen als feine homogene Röhrchen, die aus Chitin allem Anschein nach zu bestehen scheinen und von der sie umgebenden Peritonealhaut ausgeschieden werden. Sie bilden ein netzförmiges System von feinen Röhrchen, die mit einander in Verbindung stehen, deutlich mit einander anastomosiren und Tracheenkapillaren verschiedener Tracheengebiete mit einander verbinden, so dass sämmtliche an eine Zelle herantretende Tracheenkapillaren durch dieses System von Röhrchen in Verbindung stehen. Daher nenne ich es Tracheenkapillarendnetz.

Dass die Fäden des Netzes wirklich Röhrchen sind, lässt sich schwer beweisen; ich kann nur die Vermuthung aussprechen und bin es berechtigt aus der doppelten Kontour und hauptsächlich aus ihrer Ähnlichkeit im Aussehen und im Lichtbrechungsvermögen mit den Tracheenkapillaren zu schließen. Luft habe ich in den Röhrchen des Tracheenkapillarendnetzes niemals gesehen, vielmehr scheinen sie mit einer Flüssigkeit, wie die Tracheenkapillaren gefüllt zu sein. Der Durchmesser ist kleiner als der der Tracheenkapillaren, und kaum messbar, da er etwas weniger als 1 μ beträgt, während die Tracheenkapillaren an den Stellen, wo sie in die Röhrchen des Tracheenkapillarendnetzes übergehen, noch einen Durchmesser von 1 μ haben. — Wie ich schon oben bemerkt habe, ist es mir niemals gelungen, Luft in den Röhrchen des Tracheenkapillarendnetzes zu sehen; man könnte diesen Umstand als Beweis anführen, dass das Tracheenkapillarendnetz keineswegs aus Röhrchen besteht und folglich auch nicht der Respiration dienen könne. Ich möchte hingegen auf die bekannte Thatsache aufmerksam machen, dass ja die Tracheenkapillaren getödteter Insekten auch nicht mit Luft, sondern mit einer Flüssigkeit gefüllt sind. Aus diesem Grunde wurde früher von einigen Autoren der Luftmangel in den Tracheenkapillaren als Beweis angeführt, dass dieselben solide Gebilde seien und kein Lumen besäßen. v. WIELOWIEJSKI gelang es zuerst diese Frage mit Sicherheit zu entscheiden. An ausgetrockneten Präparaten fand er nämlich die Tracheenkapillaren mit Luft gefüllt und bei Zusatz von Flüssigkeit sah er, wie die Flüssigkeit von den Tracheenkapillaren aus in das Tracheensystem eindrang. Daraus zog er den richtigen Schluss, dass das konstante Fehlen der Luft und das Vorhandensein der Flüssigkeit in den Tracheenkapillaren Folge der kapillaren Attraktion sei, die durch den Mangel der Athembewegung leicht den Luftdruck in den Tracheenkapillaren überwindet und so die Parenchymflüssigkeit die Luft aus denselben verdrängt. Wie verhält es sich nun mit dem Tracheenkapillarendnetz? Füllen sich die Röhrchen bei Trockenpräparaten auch mit Luft? Das ist nicht der Fall. Das Austrocknen ist eine sehr rohe Methode, die große Veränderungen im Präparat hervorruft; das Gewebe schrumpft stark zusammen, reißt an vielen Stellen, und so zarte Gebilde, wie das Tracheenkapillarendnetz, werden vollständig zusammengedrückt, die feineren Röhrchen leisten geringeren Widerstand als die dickeren Tracheenkapillaren. Die Tracheenkapillaren werden durch das Eintrocknen und durch die dadurch eintretende Schrumpfung des Gewebes von dem Tracheenkapillarendnetze losgerissen und diese füllen sich mit Luft, hingegen einige Tracheenkapillaren bleiben luftleer und diese scheinen in Verbindung mit dem Netz geblieben zu sein.

Die Wandung der Röhrchen des Tracheenkapillarendnetzes erscheint, wenn man die Sericterien frisch in 0,5%iger Kochsalzlösung untersucht, vollkommen homogen, der Verlauf geradlinig oder gewunden, jedoch nicht zackig (Fig. 6 und 8). Untersucht man hingegen die Sericterien in Leimglycerin, so erscheint die Wandung der Röhrchen stellenweis leicht granulirt, mit feinen Körnchen besetzt, der Verlauf deutlich zackig (Fig. 7). Das Letztere ist nur auf leichte Schrumpfung in Folge des heiß aufgetragenen flüssigen Leimglycerins zurückzuführen. Ob jedoch die Röhrchen des Trachenkapillarendnetzes eine poröse Wandung haben oder nicht, lässt sich bei der Feinheit der Gebilde auch bei den stärksten Vergrößerungen nicht entscheiden.

Die Röhrchen scheinen allem Anschein nach wesentlich aus Chitin zu bestehen; dafür spricht namentlich das leicht gelbliche Aussehen derselben an den Bifurkationszellen. Das Tracheenkapillarendnetz ist so zart und empfindlich gegen Reagentien, dass man es mit Erfolg einer mikrochemischen Reaktion nicht unterwerfen kann. Bei Behandlung mit Kalilauge verschiedener Koncentration, am besten jedoch mit sehr verdünnter, verschwindet die zellige Struktur sofort, dagegen leisten die Tracheenkapillaren, als auch das Tracheenkapillarendnetz kurze Zeit Widerstand, werden alsdann in Folge von Quellung so durchsichtig, dass man unmöglich sagen kann, ob sie noch vorhanden sind oder nicht. Bei Zusatz anderer mikrochemischer Reagentien wird die Struktur der Sericterienzelle so verändert und undurchsichtig, dass man das Tracheenkapillarendnetz kaum noch erkennen kann und nicht zu beurtheilen ist, was für eine Wirkung und Einfluss auf dasselbe ausgeübt worden ist.

Außer den feinen Röhrchen sieht man noch im Tracheenkapillarendnetz feine Fäserchen von denselben ausgehen, die nicht mit einander in Verbindung treten, sondern nach kurzem Verlauf verschwinden. Diese feinen Fäserchen sieht man vielfach (Fig. 4), sie scheinen zur Fixirung des Tracheenkapillarendnetzes zu dienen und sind Ausläufer der Peritonealhaut. In der bisherigen Schilderung habe ich mich hauptsächlich an das Tracheenkapillarendnetz von Ocneria dispar B. gehalten; außer dieser habe ich noch Bombyx Yama-Mai, Sphinx euphorbia, Antherea Pernyi, Bombyx mori untersucht, und bei allen ein Tracheenkapillarendnetz deutlich gesehen. Das Tracheenkapillarendnetz zeigt bei diesen verschiedenen Raupenarten bald mehr, bald weniger kleine Abweichungen; so ist beispielsweise bei Bombyx Yama-Mai die Peritonealhaut auffallend stark entwickelt, die Kapillaren des Netzes verlaufen mehr gestreckt, geben seltener als bei Ocneria dispar Seitenzweige ab; ähnlich verhält es sich auch bei Sphinx euphorbia. Es ist nicht immer leicht, das Tracheenkapillarendnetz zu Gesicht zu bekommen;

wesentlich hängt es von der Beschaffenheit und Dicke der Membrana propria ab. So ist beispielsweise bei Bombyx mori die Membrana propria der Sericterien sehr dick und stark entwickelt im Verhältnis zu derjenigen von Ocneria dispar, und daher das Tracheenkapillarendnetz, welches unter der Membrana propria liegt, nur sehr schwer zu sehen. Ich habe 15 Seidenraupen untersucht und nur bei einer einzigen das Tracheenkapillarendnetz zu Gesicht bekommen; diesen glücklichen Zufall verdankte ich nur einer geringen Verletzung der Membrana propria. Das Tracheenkapillarendnetz von Bombyx mori ist überaus fein und überzeugend, wie ich es bei keiner anderen Art gesehen habe (Fig. 9). Sehr günstig zur Untersuchung sind die großen ausgewachsenen Raupen von Ocneria dispar, Bombyx Yama-Mai. Bei jungen, nicht ausgewachsenen Raupen ist das Tracheenkapillarendnetz nicht zu sehen, weil es nicht vorhanden ist. Dasselbe entwickelt sich erst in der wachsenden Raupe. Bei jungen Exemplaren findet man die Tracheenkapillaren knäuelförmig aufgerollt, umgeben von einer strukturlosen Membran und von einem Tracheenkapillarendnetz ist nichts zu sehen. Es lag ursprünglich in meiner Absicht, auch die Entwicklung des Tracheenkapillarendnetzes in dieser Arbeit zu berücksichtigen; ein Mangel an jungen Raupen trat mir jedoch bei den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen sehr hinderlich in den Weg, so dass ich sie endgültig nicht abschließen konnte. Falls ich in nächster Zeit über günstiges Material zu verfügen habe, hoffe ich die angefangene Arbeit über die Entstehungsweise des Tracheenkapillarendnetzes zum Abschluss bringen zu können.

Fast bei allen von mir untersuchten Raupenarten habe ich das Tracheenkapillarendnetz sehen können. Mit mehr oder weniger kleinen Abweichungen haben sie alle das gemeinsam, dass die Tracheenkapillaren in ein bald mehr bald weniger dichtes Tracheenkapillarendnetz übergehen, welches unter der Membrana propria auf der Oberfläche der großen Sericterienzellen, in einer Ebene mit den Tracheenkapillaren liegt und die Tracheenkapillaren verschiedener Tracheengebiete verbindet. Das Tracheenkapillarendnetz erscheint als ein System feiner Röhrchen. Die Wände derselben erscheinen homogen, nicht porös, sind jedoch für die Parenchymflüssigkeit leicht permeabel, da man in denselben nicht Luft, sondern Flüssigkeit, ähnlich der in den Tracheenkapillaren, postmortal antrifft. Ob bei der lebenden Raupe das Tracheenkapillarendnetz mit Luft oder Parenchymflüssigkeit gefüllt ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Jedoch muss ich annehmen, dass die Wandungen der Röhrchen für Flüssigkeiten sehr permeabel sein müssen und möglicherweise ist auch bei der lebenden Raupe im geringeren Grade als bei der todten das Tracheenkapillarendnetz mit Flüssigkeit gefüllt. Dadurch, dass Flüssigkeiten leicht in die Kapillaren des Netzes eindringen können, ist die Möglichkeit gegeben, die inspirirte Luft leichter aus den Röhrchen bei der Exspiration zu verdrängen und dadurch den Luftwechsel zu beschleunigen.

Das leichte Eindringen der Flüssigkeiten in die Röhrchen könnte auf diese Weise als exspiratorische Hilfskraft gedeutet werden. Auch dadurch, dass die Tracheenkapillaren sich in ein dichtes Netz von feinen Röhrchen auflösen, die so verschiedene Tracheengebiete verbinden, wird der Gasaustausch in einem System reich anastomosirender Röhrchen ein viel regerer sein, als in blind auslaufenden Röhrchen.

Fassen wir die wichtigsten Resultate dieser Arbeit zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1) Die Tracheenkapillaren endigen nicht in den Sericterienzellen der Raupen, sondern gehen in ein feines Netz, das sogenannte Tracheenkapillarendnetz, über.

2) Das Tracheenkapillarendnetz ist ein System von feinen Röhren, welche analog den Tracheenkapillaren aus einer Peritonealschicht und einer wahrscheinlich chitinisirten Intima bestehen, mit einander anastomosiren und die Tracheenkapillaren verschiedener Tracheengebiete mit einander verbinden.

3) Das Tracheenkapillarendnetz liegt, eben so wie die Tracheenkapillaren und die feineren Tracheenzweige, unter der Membrana propria, zwischen dieser und den Sericterienzellen und breitet sich über die ganze Zelle aus. Es liegt jedoch nicht im Plasma der Zelle, sondern ist von diesem durch eine dünne Haut geschieden.

Herrn Professor Fr. E. Schulze, der zuerst meine Aufmerksamkeit auf die interessante Frage der Tracheenendigung lenkte, verdanke ich die Anregung zu dieser Arbeit und spreche ihm hiermit meinen verbindlichsten Dank aus.

Berlin, den 1. Oktober 1889.

Litteraturverzeichnis.

1832. BURMEISTER, Handbuch der Entomologie.

1844. PLATNER, Mittheilungen über das Respirationssystem der Seidenraupe. MÜLLER'S Archiv.

1847. LEUCKART, WAGNER'S Lehrbuch der Zootomie. Thl. II.

1849. H. MEYER, Über die Entwicklung des Fettkörpers der Tracheen etc. Diese Zeitschr. Bd. I.

1851. FR. LEYDIG, Anatomisches über die Larve von Corethra plumicornis. Diese Zeitschr. Bd. III.

1855. FR. LEYDIG, Zum feineren Bau der Arthropoden. Archiv f. Anat. u. Physiol.

1856. C. SEMPER, Über die Bildung der Flügelschuppen bei den Lepidopteren. Diese Zeitschr. Bd. VIII.

1857. FR. LEYDIG, Lehrbuch der Histologie.

1859. FR. LEYDIG, Zur Anatomie der Insekten. Archiv für Anat. u. Physiol. p. 162.

1860. LUBBOCK, On the Distribut. of the Tracheae in Insects. The transact. of the Linnean society of London. Vol. XXIII. London 1860.

1864. A. WEISMANN, Entwicklung der Dipteren. Diese Zeitschr. Bd. XIII.

1865. A. WEISMANN, Die nachembryonale Entwicklung d. Musciden. Diese Zeitschr. Bd. XIV.

1865. M. SCHULTZE, Zur Kenntnis der Leuchtorgane der Lampyris splend. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. I.

1872. C. HEINEMANN, Untersuchungen über die Leuchtorgane der bei Vera-Cruz vorkommenden Leuchtkäfer. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. VIII.

1873. C. KUPFFER, Verhalten von Drüsennerven zu Drüsenzellen. Archiv für mikr. Anat. Bd. IX.

1875. C. CHUN, Über den Bau der Rectaldrüse. Frankfurt.

1882. v. WIELOWIEJSKI, Studien über die Lampyriden. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII.

1884. C. EMERY, Untersuchungen über Luciola ital. Diese Zeitschr. Bd. XL.

1884. FR. LEYDIG, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere.

1885. FR. LEYDIG, Zelle und Gewebe. Bonn.

1886. C. HEINEMANN, Zur Anatomie u. Physiologie der Leuchtorgane mexikanischer Cucujos. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXVII.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVII.

Abkürzungen: *Tr*, Trachee mit Spiralfaden; *Trc*, Tracheenkapillare, Trachee ohne Spiralfaden; *Trcn*, Tracheenkapillarendnetz.

Fig. 1. Eine Sericterienzelle von Ocneria dispar. *SZ*, Sericterienzelle. Schwache Vergrößerung.

Fig. 2. Querschnitt einer Sericterienzelle. *Mp*, Membrana propria; *KP*, Kern der Peritonealschicht; *H*, Häutchen, das die Trachee vom Plasma der Zelle trennt; *K*, Kern; *Ti*, Tunica intima.

Fig. 3. Ein Theil des Tracheenkapillarendnetzes auf der Oberfläche einer Zelle. *P*, schwimmhautartig ausgebreitete Peritonealhaut. Vergrößerung 280/1. Zusatzflüssigkeit 0,5⁰/₀ige Kochsalzlösung. Mit einem Zeichenprisma von Abbé gezeichnet.

Fig. 4. Tracheenkapillarendnetz in Leimglycerin. Leichte Schrumpfung. *F*, Fasern; *U*, undeutlich sichtbare Röhrchen des Tracheenkapillarendnetzes. Vergrößerung 390/1.

Fig. 5. Ein Theil des Tracheenkapillarendnetzes einer Sericterienzelle v. Ocn. dispar in Kochsalzlösung. Vergrößerung 200/1.

Fig. 6. Tracheenkapillarendnetz v. Ocn. dispar in Kochsalzlösung. Vergrößerung 585/1.

Fig. 7. Tracheenkapillarendnetz in Leimglycerin. Körniges Aussehen der Röhrchen hervorgerufen durch das Leimglycerin. Vergrößerung 750/1.

Fig. 8. Tracheenkapillarendnetz v. Ocn. dispar in 0,5⁰/₀iger Kochsalzlösung. *P*, Peritonealhaut. Vergrößerung 750/1.

Fig. 9. Ein Theil des Tracheenkapillarendnetzes einer Sericterienzelle von Bombyx mori. Gezeichnet mit dem Zeichenprisma. Vergrößerung 585/1.

Über die Befruchtung bei den Urodelen.

Von

Dr. Ernst Zeller (Winnenthal).

Mit drei Holzschnitten.

Es muss auffallend erscheinen, dass über die Art und Weise, wie die Befruchtung bei den Urodelen vor sich geht, so lange Zeit und noch bis vor Kurzem eine volle Gewissheit nicht zu erlangen gewesen ist, und um so auffallender, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass schon Spallanzani bis auf einen Punkt den Vorgang richtig erkannt hatte, und wenn wir finden, dass auch diesen einen Punkt noch klarzulegen an sich keineswegs so besonders schwierig hätte sein sollen. Es wird aber verständlich und gewiss recht lehrreich, wenn wir auf der anderen Seite sehen, wie in der Hauptsache immer wieder eine vorgefasste Meinung das Hindernis gewesen ist, wie diese das Urtheil irre geleitet und einer unbefangenen Prüfung und Weiterforschung Eintrag gethan hat.

Ein volles Jahrhundert ist verflossen, seitdem Spallanzani seine auf tausendfache genaueste Beobachtung sich stützenden Mittheilungen über die Erzeugung unserer Wassersalamander[1] gemacht und als sicher nachgewiesen hat, dass bei ihnen keine Begattung, und doch eine innere Befruchtung stattfinde. Spallanzani wusste als ganz bestimmt, dass niemals eine Vereinigung der Geschlechter geschieht, und dass das Männchen seinen Samen in der Nähe des Weibchens nach außen abgiebt[2]. Er zeigte auch, dass Weibchen, welche er sofort isolirte, wenn die brünstig gewordenen Männchen anfingen sie zu verfolgen, zwar Eier legten, diese aber unfruchtbar waren, dass dagegen, wenn er die Paare längere Zeit beisammen ließ und erst trennte, nachdem die Männchen mehrmals ihren Samen abgegeben hatten, ein Theil der Eier, welche die Weibchen nach der Trennung legten oder welche er aus ihren Eierleitern herausschnitt, zur Entwicklung kam, und zwar von jenen nur die zuerst abgesetzten fünf bis sechs[1], und von den letzteren nur die, welche zu unterst in den Eierleitern gelegen waren. Spallanzani hatte aus diesen Beobachtungen mit Nothwendigkeit den Schluss ziehen müssen, und hat ihn auch mit voller Bestimmtheit gezogen, dass der männliche Samen in den Körper des Weibchens gelange, und dass in ihm, und zwar von der Stelle aus, wo sich die Einmündung der Eierleiter in die Kloake befindet, die Befruchtung der Eier, so wie diese nach einander durch die Eierleiter herunterrücken, geschehe[2].

---

[1] In seinen Expériences pour servir à l'histoire de la génération des animaux et des plantes. Genève 1785. p. 53 ff., 97, 141 ff.

[2] a. a. O. p. 56 und 57, 58, 60.

Was Spallanzani allein nicht erkannt hat, das war, auf welche Weise der Samen in die Kloake des Weibchens gebracht wird. Er verfiel in dieser Beziehung einem bedauerlichen Irrthum, indem er annahm, dass derselbe vom Männchen nach außen abgegeben sich mit dem Wasser mische und mit diesem an den After und von da in das Innere des Weibchens gelange[3].

Auch Rusconi wusste, dass bei den Tritonen eine Begattung nicht vorkommt, dass das Männchen seinen Samen nach außen abgiebt, und dass doch eine innere Befruchtung stattfindet. Er beging aber nicht nur den gleichen Irrthum, wie Spallanzani, dass er, um jenes zu erklären, annahm, der männliche Samen mische sich mit dem Wasser und dringe mit diesem zusammen in den After und die Kloake des Weibchens ein, um hier die aus den Eierleitern austretenden Eier zu befruchten, sondern er machte noch den weiteren und schwereren Fehler, neben der inneren auch eine äußere Befruchtung anzunehmen, welche in demselben Augenblicke erfolgen sollte, in dem die Eier von dem Weibchen nach außen abgelegt und festgeklebt werden[4].

Diese irrige Ansicht Rusconi's wurde aber die herrschende und für die Gewinnung einer besseren Erkenntnis besonders hinderlich.

Da kam die merkwürdige Entdeckung von Siebold's[5] von dem

---

[1] Dies trifft übrigens nur für ungenügend befruchtete Weibchen zu, gut befruchtete können isolirt gehalten eine viel größere Anzahl, bis zu Hundert und mehr von fruchtbaren Eiern legen.

[2] a. a. O. p. 61 und 62, 97, 141 und 142.

[3] a. a. O. p. 56, 58 und 97.

[4] Vgl. M. Rusconi, Amours des salamandres aquatiques. Milan. 1821 p. 33 und Hist. nat. développ. et métamorph. de la Salamandre terr. ouvr. posth. inédit publié par le Dr. Jos. Morganti. Pavie 1854. p. 11.

[5] Über das Receptaculum seminis der weiblichen Urodelen. in: Diese Zeitschr. Bd. IX. 1858. p. 463 ff.

Vorhandensein eines Receptaculum seminis in der Kloakenwand der weiblichen Salamander und Tritonen und mit ihr und den Betrachtungen und Schlussfolgerungen, welche v. Siebold an die Entdeckung knüpfte, wenigstens in Deutschland ein vollständiger Umschwung der Anschauungen in Betreff der Befruchtung. v. Siebold zeigte, dass die das Receptaculum seminis darstellenden und in zwei Gruppen zusammengeordneten Blindschläuche, wenn zur richtigen Zeit untersucht, immer mit beweglicher Samenmasse mehr oder weniger gefüllt angetroffen werden, und er erklärte die alte Ansicht, nach welcher der Samen sich mit dem Wasser mischen und mit diesem in die Kloake des Weibchens oder auch unmittelbar an die eben abgelegten Eier gelangen sollte, mit vollem Recht für unhaltbar. Aber er hatte Unrecht, wenn er nun seinerseits annahm, dass eine Füllung der Samentaschen auf keinem anderen Wege denkbar sei als durch eine Begattung der Thiere, wenn er in dieser Voraussetzung die zahlreichen und so genauen Beobachtungen von Spallanzani, Rusconi, Rathke[1], von Schreibers[2] und Anderen, und deren bestimmteste Versicherungen, dass eine Begattung nicht vorkomme, einfach verwarf und meinte, dass jene eben das lange andauernde liebestrunkene Benehmen der brünstigen Tritonen nicht bis zu seinem Ende verfolgt hätten[3], dagegen den Angaben Finger's, welcher die Begattung gesehen haben wollte, unbedingten Glauben schenkte[4] und mit diesem eine dabei stattfindende Vereinigung der beiderseitigen Kloakenöffnungen und eine unmittelbare Übertragung des Samens vom Männchen auf das Weibchen annahm.

von Siebold war so leider selbst in den Fehler verfallen, den er an Anderen so sehr gerügt hat, und durch eine vorgefasste Meinung verleitet zu einem durchaus unrichtigen Schlusse gelangt. Seine schöne Entdeckung hatte die Frage nach der Art, wie die Befruchtung vor sich gehe, einer richtigen Lösung nicht nur nicht näher gebracht, sondern hatte von Neuem und nur weiter von der Wahrheit abgeführt.

Die Begattung galt aber nunmehr für ausgemacht, und auch die Beobachtung, dass der männliche Axolotl seinen Samen in Form von Spermatophoren nach außen absetzt, und diese an kleine Steinchen des Aquariums festheftet, vermochte jene Annahme, dass die Befruchtung durch eine Begattung geschehen müsse, nicht zu erschüttern, die Erklärung dafür, dass überhaupt Spermatophoren frei im Wasser gefunden werden, wurde in einer gesteigerten und unzeitgemäßen Produktion von solchen gesucht[1].

---

[1] Über die Entstehung und Entwicklung der Geschlechtstheile bei den Urodelen in den neuesten Schriften der naturf. Ges. in Danzig. Bd. I. 1820. p. 97.

[2] Über die specif. Verschiedenheit des gefleckten und schwarzen Erdsalamanders. in: Oken's »Isis«. Jahrg. 1833. p. 531. Anm.

[3] a. a. O. p. 481.

[4] Ebenda p. 481 und 482.

Endlich kam aber doch, und nun auch volle Klarheit in die Sache durch F. Gasco, welcher zuerst bei dem Triton alpestris und später auch bei dem Axolotl mit Bestimmtheit erkannte, dass der von dem Männchen nach außen abgesetzte Samen von dem Weibchen in aktiver Weise in die Kloake aufgenommen wird, und welcher uns in zwei Abhandlungen[2] und ausführlicher Beschreibung seine Beobachtungen und Versuche mitgetheilt hat. Es scheint jedoch, als ob diese Mittheilungen auf Zweifel gestoßen wären, jedenfalls nicht die ihnen gebührende Beachtung gefunden haben. Wenigstens geschieht ihrer in den neuesten deutschen Lehrbüchern der Zoologie, welche mir zugänglich waren, so in der 3. Auflage von Leunis Synopsis der Thierkunde, gänzlich umgearbeitet von H. Ludwig von 1883, und in der 4. Auflage des Lehrbuchs der Zoologie von C. Claus vom Jahre 1887 keine Erwähnung, und in beiden findet sich noch die von Siebold'sche Ansicht vertreten und angegeben, dass bei den Urodelen eine Begattung stattfinde, dass dabei die aufgewulsteten Kloakenlippen des Männchens die weibliche Kloakenspalte umfassen und so eine innere Befruchtung zu Stande komme[3].

Es mag desshalb nicht als ungerechtfertigt erscheinen, wenn ich mir erlaube die eigenen Untersuchungen und Beobachtungen, welche theilweise schon vor 18 Jahren begonnen und seitdem, wenn auch mit öfteren und langen Unterbrechungen von mir fortgesetzt worden sind, hier zur Veröffentlichung zu bringen. Sie vermögen allerdings in Vielem nur mehr oder weniger Bekanntes zu bestätigen, doch auch Manches zu vervollständigen, und wie ich hoffe auch einiges Neue zu bieten.

1. Die Tritonen.

Was unsere heimischen Tritonen betrifft, so ist deren eigenartiges Gebahren während der Brunstzeit schon vielfach beschrieben worden — am besten ganz zweifellos von M. Rusconi[4], und so weit es sich um das der Befruchtung selbst vorausgehende Liebeswerben der

---

[1] Vgl. Stieda, Zur Naturgeschichte der mexik. Kiemenmolche. Die Fortpflanzung. in: Sitz.ber. der Dorpater Naturforsch. Ges. vom J. 1875. IV, 1. p. 42 u. 43.

[2] F. Gasco, Gli amori del tritone alpestre. Genova 1880 und Les amours des Axolotls. in: Zool. Anz. IV. Jahrg. 1881. p. 313 ff., 328 ff.

[3] J. Leunis, a. a. O. Bd. I. p. 604 und Claus, a. a. O. p. 710.

[4] In seinen »Amours des Salamandres aquatiques«. Milan 1821. p. 28 ff.

Männchen handelt, als ziemlich bekannt anzunehmen. Es genügt ja meistens schon eine kurze Beobachtung, um zu sehen, wie das Männchen langsam an das Weibchen heranschleicht oder auch in kurzen raschen Sätzen sich ihm nähert, wie es dasselbe mit seiner Schnauze an verschiedenen Stellen des Körpers, besonders am Schwanz, der Kloakengegend und der Schnauze betastet und wohl auch beriecht, wie es dann sofort seine Kloakenspalte öffnet und mit dem hakenförmig nach vorn umgelegten Schwanze rasche wedelnde Bewegungen ausführend und sich an die Seiten des Bauches schlagend den ganzen Körper in leichte Erschütterungen versetzt, zwischendurch aber auch damit innehaltend nur die Spitze des Schwanzes langsam hin und her bewegt, wie es dann den Rücken krümmend sich hoch aufrichtet, so dass es nur noch auf die Zehen der Vorderbeine sich stützt, um sich halb auf die Seite legend eine rasche schnellende Bewegung des Körpers auszuführen und durch das Anprallen des dadurch verdrängten Wassers das Weibchen eine kleine Strecke weit wegzuschleudern oder sich auch plötzlich vor das Weibchen hinzuwerfen und ihm den Weg zu verlegen, dann aber sich umkehrt und ihm die weit aufgesperrte Kloakenmündung präsentirt.

Dieses Treiben wird von dem Männchen gewöhnlich stunden-, mitunter wohl tagelang mit großer Ausdauer und nur kurzen Ruhepausen fortgesetzt, während das Weibchen seinerseits hin und wieder vielleicht das Männchen mit seiner Schnauze berührt, im Ganzen aber dem Treiben desselben keine oder nur geringe Aufmerksamkeit zu schenken scheint, meistens mit in die Höhe oder zur Seite abgewandtem Kopfe in die Ferne starrt, nicht selten auch wie gelangweilt gähnt, durch eine leichte Wendung des Kopfes jedoch und einen Blick nach dem absonderlichen Schauspiel das Männchen auch sofort in noch immer größeren Eifer zu versetzen vermag.

Endlich aber bewegt sich das Weibchen mit einigen entschiedenen Schritten gegen das diesen Moment mit der gespanntesten Aufmerksamkeit erwartende Männchen vorwärts und folgt diesem, das nun entweder sofort, oder auch erst, nachdem es eine kleine Strecke weit zurückgewichen ist, Kehrt macht und sich platt auf den Boden niederlassend langsam fortkriecht, auf dem Fuße nach, indem es seine Schnauze immer dicht an den nach der Seite abgebogenen Schwanz des Männchens andrückt. Dann hält das Männchen an, hebt die Wurzel seines Schwanzes und dreht ihn so, dass er flach und die so weit als möglich aufgesperrte Kloakenmündung völlig frei zu liegen kommt. Das Weibchen stößt mit der Schnauze gegen diese, und im nächsten Augenblick hat das auf das höchste erregte Männchen seinen Spermatophoren herausgepresst. Es kriecht aber weiter, in derselben Weise wie vorher, von dem Weibchen gefolgt, welches letztere dabei über den abgelegten Spermatophoren hinwegschreitet und, nachdem es mit seinem Kloakenwulst in der Nähe desselben angekommen ist, durch einige kurze seitliche Bewegungen sich zurechtrichtet, um mit den geöffneten Lippen der Kloakenmündung die Samenmasse aus der glockenförmigen Gallerthülle, in welche jene nur lose eingesenkt ist, herauszuheben. Die Gallerthülle bleibt als Ganzes zurück.

Das Männchen setzt unmittelbar danach einen zweiten, nicht selten auch einen dritten Spermatophoren ab, deren Samenmasse in der gleichen Weise von dem Weibchen aufgenommen wird, dann aber verfällt ersteres völlig erschöpft in eine Art von Betäubung, welche mehrere Minuten anzudauern pflegt.

Die Schlussscene selbst spielt sich in der kürzesten Zeit ab, und es erklärt sich damit leicht, dass sie nach dem langen Vorspiel, das vorauszugehen pflegt, und das, so merkwürdig es auch an sich erscheint, doch in seiner Monotonie schließlich die Aufmerksamkeit ermüden muss, so spät erst zur Beobachtung gekommen ist. Dazu kommt noch, dass die Abgabe der Spermatophoren von Seite des Männchens sehr häufig erfolgt, viel häufiger als die Aufnahme des Samens durch das Weibchen, nicht nur vorher ehe das letztere sich geneigt zeigt den Samen aufzunehmen, sondern auch später, nachdem dies geschehen ist. Ja wir wissen schon durch Gasco[1], dass auch Männchen, die nur mit Ihresgleichen zusammen sind, und durch Fatio[2], dass selbst isolirt gehaltene Männchen Spermatophoren absetzen.

Auf der anderen Seite habe ich nie beobachtet, dass das Weibchen nach der einmaligen Aufnahme an demselben Tage später noch weiteren Samen aufgenommen hätte, obwohl das Männchen, sobald es sich wieder erholt hat, von Neuem mit seinen Liebeswerbungen zu beginnen pflegt und meistens noch wiederholt Spermatophoren absetzt, auch das Weibchen dabei zum öftern dem Männchen folgt. Dagegen habe ich in einzelnen Fällen gesehen, dass dasselbe Weibchen nach drei oder vier Tagen noch einmal Samen aufgenommen hat.

Die aufgenommene Samenmasse mag zur Befruchtung von 100 Eiern und mehr hinreichen, welche vielleicht innerhalb 8 bis 14 Tagen abgelegt werden. Nach dem erfolgt erneute Samenaufnahme von Seite des Weibchens.

Übrigens sind die Weibchen keineswegs unter allen Umständen so indolent, als sie für gewöhnlich sich zeigen, und ich habe wiederholt beobachtet, wie einzelne eine Zeit lang isolirt gehaltene und sehr brünstig gewordene Thiere, wenn sie zu den Männchen gebracht wurden, sofort auf diese losgingen und sie in lebhaften Sprüngen, wie es sonst nur von den Männchen gesehen wird, verfolgten, wie sie durch Betasten und Anstoßen selbst durch Schnappen nach dem Schwanz, dem Kopf oder den Gliedmaßen ihrerseits die Männchen anzureizen sich bemühten, und wie ihnen dann gewöhnlich rasch, andere Male aber auch erst nach einer Zeit von vielleicht fünf, selbst von zehn Minuten gelang die Männchen in Erregung und zur Samenabgabe zu bringen.

---

[1] a. a. O. p. 23.

[2] V. Fatio, Faune des vertébrés de la Suisse. Vol. III. Genève et Bâle 1872. p. 454. Anm.

Beizufügen ist hier, was auch Gasco[1] schon hervorgehoben hat, dass immer nur ein Theil der einzelnen Spermamasse von dem Weibchen in die Kloake hineingebracht wird, ein anderer Theil aber außen bleibt und in der Spalte der wieder geschlossenen Kloakenlippen hängend noch nach einer halben, auch einer ganzen Stunde angetroffen werden kann, bis er nach dieser Zeit stark aufgequollen und allmählich sich auflösend abfällt.

Beizufügen ist aber auch noch, was Gasco entgangen zu sein scheint, dass die eben von dem Männchen abgegebene stiftförmig ausgezogene Samenmasse unter Umständen auch an anderen Körpertheilen des Weibchens, besonders am Schwanz und an den Beinen hängen bleiben kann. So sah ich einmal, wie von fünf Spermatophoren, welche innerhalb zweier Stunden von einem Männchen abgegeben waren, der Samen durch das Weibchen nicht aufgenommen wurde, wohl aber die Samenmasse des einen an der unteren Kante des Schwanzes ungefähr in der Mitte seiner Länge, die eines zweiten an einer Zehe des einen Hinterbeines und die eines dritten etwas über dem Carpalgelenk des einen Vorderbeines sich festsetzte, und wie alle drei erst nach einer Stunde ungefähr wieder abfielen, nachdem sie stark aufgequollen waren und ihre Form allmählich vollständig verloren hatten. Das betreffende Weibchen war augenscheinlich geneigt und bemüht gewesen den Samen aufzunehmen, es misslang dies aber, wie ich vermuthe, desshalb, weil die Thiere in einem allzu kleinen Glasgefäß gehalten waren, so dass das Weibchen in dem engen Raum und auf dem glatten Boden nicht die erforderliche Sicherheit haben konnte und durch ungeschickte Bewegungen zu früh oder zu spät die Samenmasse aus der Gallerthülle löste.

Noch möchte ich nicht unterlassen hier an die Mittheilungen Spallanzani's zu erinnern, welche er über die künstliche Befruchtung der Tritoneneier gemacht hat[2], und in welchen er uns berichtet, dass es ihm niemals möglich gewesen sei die Eier, die er aus den oberen

---

[1] a. a. O. p. 17.

[2] a. a. O. p. 141 ff.

Partien der Eierleiter herausschnitt oder die er von überwinterten noch nicht wieder befruchteten Weibchen durch Auspressen erhielt, künstlich zu befruchten dadurch, dass er den Samenleitern oder den Hoden entnommenen oder durch Auspressen der Männchen erhaltenen Samen unmittelbar auf die Eier übertrug, dass ihm aber die Befruchtung gelungen sei, wenn er mit Wasser verdünnten Samen zu seinen Versuchen verwendet habe, und dass dann immer ungefähr ein Drittel der Eier zur Entwicklung gekommen sei. — Die Thatsache selbst wird unmöglich angezweifelt werden können, doch ist, wie wir wissen, die Voraussetzung, von welcher Spallanzani bei diesen Versuchen ausgegangen ist, eine irrige gewesen, — die Annahme nämlich, dass bei der naturgemäßen Befruchtung der Tritonen der von dem Männchen nach außen abgegebene Samen sich mit dem Wasser mischen müsse, um mit diesem durch den After in das Innere des Weibchens und zu den zu unterst in den Eierleitern gelegenen Eiern zu gelangen[1]. Die Thatsache wird, wie gesagt, nicht anzuzweifeln sein, auch wenn im Weiteren die Möglichkeit nicht völlig ausgeschlossen werden kann, dass einmal von einem überwinterten und noch nicht von Neuem wieder befruchteten Weibchen eine kleinere Anzahl von fruchtbaren Eiern zu erhalten sein möge, da es nicht so gar selten ist, dass bei solchen Weibchen ein noch vom verflossenen Jahre herrührender Rest von lebenden Samenfäden in einzelnen Schläuchen des Receptaculum seminis gefunden wird. — —

Die Samenmasse selbst haben Spallanzani und Rusconi zweifellos gekannt, wie aus der ganzen Darstellung, welche sie geben, mit Sicherheit zu entnehmen ist. Die Gallerthülle haben sie nicht, hat aber auch Gasco[2] nicht gesehen.

Die Samenmasse ist von milchweißer Farbe und ungefähr von der Form eines kleinen am oberen Ende meist leicht umgebogenen Stiftes, ungefähr 4,5 mm lang und 1,0 mm dick. Sie behält jedoch im Wasser nur einige Zeit diese Form und nimmt bald durch Aufquellen die Gestalt eines rundlichen Klümpchens an, das dann aber vielleicht erst nach einer halben, selbst einer vollen Stunde ganz aus einander fällt. Dieser Zusammenhalt der Masse ist nicht denkbar ohne Hilfe eines Bindemittels und dieses letztere kann wohl nur von den »büschelförmigen Anhängen der Samenleiter«, welche in die letzteren unmittelbar vor ihrer Ausmündung in die Kloake sich einsenken, geliefert werden. Denn aus den höher gelegenen Partien der Harnsamengänge entnommener Samen zerfließt, in Wasser gebracht, sofort milchig und innerhalb der weiten Kloake kann die innige Mischung mit einem bindenden Stoffe, wie sie nothwendig vorhanden sein muss, kann aber auch die Formung der Samenmasse nicht mehr geschehen.

---

[1] Vgl. a. a. O. p. 144.

[2] Vgl. a. a. O. p. 17.

Die »büschelförmigen Anhänge« wurden von den älteren Autoren[1] als die Analoga der Samenblasen angesehen, von Bidder[2] und Spengel[3] aber als im Zusammenhang mit den Nieren stehend erkannt und von Letzterem als die »Sammelröhren der Beckenniere« bezeichnet. Dass sie jedoch keinenfalls als einzig zur Ableitung des Urins dienend angenommen werden können und nothwendig in eine bestimmte Beziehung zu dem Geschlechtsapparat und der geschlechtlichen Thätigkeit gebracht werden müssen, ist schon aus dem Umstande zu entnehmen, dass sie beim Männchen zur Zeit der Brunst eine sehr auffällige Entwicklung zeigen, und nach derselben eine ganz bedeutende Rückbildung erleiden.

Die Gallerthülle der Samenmasse ist von merkwürdiger Becher- oder Glockenform, dabei vollkommen farblos und durchsichtig, von weicher Konsistenz und im Wasser aufquellend. Sie ist desshalb nicht ganz leicht zu erkennen, aber doch bei aufmerksamem Durchsuchen besonders in hellem Sonnenlicht immer aufzufinden, selbst noch wenn sie schon längere Zeit im Wasser gelegen hatte. Bringt man sie gleich nachdem der Spermatophor abgesetzt worden ist in eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali, so erhält sich ihre Form vorzüglich.

Die Gallertmasse wird zweifellos von der Kloakendrüse geliefert und ihre Form durch die Gestalt der Kloakenhöhle bedingt, so zwar, dass durch die Wandung das Modell für die Außenseite der Glocke gegeben ist und im Besonderen die leistenförmigen Hervorragungen der letzteren auf das Genaueste den feinen linienförmigen Furchen entsprechen, welche in ganz bestimmter Anordnung über die Kloakenwand hinziehen und diese wie gefältelt erscheinen lassen, während durch die »pilzförmige Papille« der Kloake, welche bis dahin als Begattungsorgan gegolten hatte, der Kern der Gussform gebildet und die glatte Höhlung der Glocke hergestellt wird.

Die Formen der Gallertglocken von Triton alpestris und von Triton taeniatus, welche ich bis dahin allein genauer untersucht habe, weisen unter sich sehr charakteristische Verschiedenheiten auf und vermuthlich wird dies auch für die übrigen heimischen Arten der Fall sein. Ich hoffe vielleicht später einmal Gelegenheit zu finden, diese Verhältnisse eingehender zu behandeln, möchte aber doch nicht unterlassen, hier wenigstens eine Zeichnung der Samenmasse (Fig. 1), sowie der glockenförmigen Gallerthülle (Fig. 2 u. 3) von Triton alpestris beizufügen, da meines Wissens über diese merkwürdigen Formen von Samenträgern überhaupt noch nichts bekannt ist.

---

[1] Vgl. Rathke, a. a. O. p. 84 ff.

[2] Vgl. Anat. und histol. Unters. über die männl. Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien. Dorpat 1846. p. 35.

[3] Das Urogenitalsystem der Amphibien. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg. III, 1. p. 51 ff. 1876.

Fig. 1.

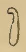


Fig. 2.

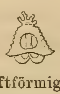


Fig. 1. Die stiftförmige Samenmasse von Triton alpestris in nat. Größe. Fig. 2. Die glockenförmige Gallerthülle in nat. Größe.

Sehr abweichend von dem in Vorstehendem geschilderten Verhalten unserer heimischen Tritonen während des der Befruchtung vorausgehenden Vorspieles und wenn auch nicht ganz unbekannt, doch nur ungenügend gekannt ist das eines nordamerikanischen Wassersalamanders, des niedlichen Triton viridescens[1], der mit großer Gewandtheit seinem Weibchen auf den Nacken springt und mit seinen

Fig. 3.

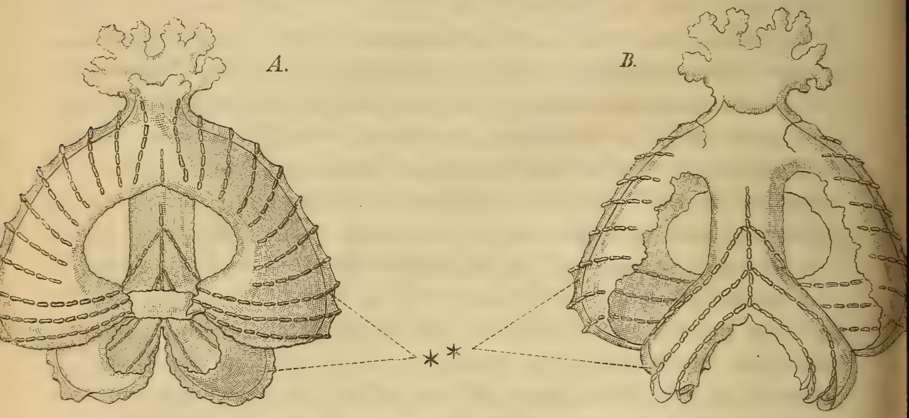


Fig. 3 *A* und *B*. Dieselbe in ungefähr 8facher Vergrößerung. — Die Wandung der Glocke ist von zwei entgegengesetzten Seiten der hinteren und der vorderen gegen einander abgeflacht und auf der einen Seite (*A*) mit einem mittleren, auf der anderen (*B*) mit zwei seitlichen Ausschnitten versehen. * Dicke der Glockenwand.

---

[1] Ich weiß einzig von der Mittheilung M. Braun's, welche dieser im 1. Jahrgang des Zool. Anzeigers von 1878 (Über äußere Hilfsorgane bei der Begattung von Triton viridescens, p. 124 ff.) gemacht hat und in welcher er die eigenthümlichen auf der unteren Seite der Oberschenkel und an den Spitzen der Zehen bei dem brünstigen Männchen sich entwickelnden Warzen näher beschreibt. Er fügt dann bei, dass er eine wirkliche Begattung nicht beobachtet habe, wohl aber zahlreiche Versuche zu derselben, während deren das Männchen mit seinen hinteren Extremitäten auf dem Rücken des Weibchens sitzend das letztere fest umklammert und von da auf die Bauchseite des Weibchens zu gelangen sich bemüht habe. Das Letztere ist nicht zutreffend.

außerordentlich starken und wie schaufelförmig verbreiterten, dazu noch mit besonderen Haftorganen versehenen Hinterbeinen die Kehle desselben krampfhaft umklammert, sich alsdann nach der rechten oder der linken Seite zusammenkrümmend gegen das Weibchen umwendet und dieses in solcher Stellung und indem es dabei mit seinem Schwanze in ähnlicher Weise wedelnde Bewegungen ausführt wie unsere Tritonen, zwischendurch aber auch das Weibchen kräftig hin und her schwenkt und schüttelt, eine halbe Stunde und länger festhält, während welcher Zeit die beiden Thiere am Boden liegen bleiben und nicht, — weder das Weibchen, dem ein Athmen allerdings vollständig unmöglich gemacht ist, noch auch das Männchen, an die Oberfläche des Wassers kommen, um Luft zu holen. Endlich lässt aber das Männchen sein Weibchen los und giebt gerade so wie wir es bei unseren Tritonen gefunden haben, unmittelbar vor dem Weibchen einen, und sofort einen zweiten, wohl auch dritten Spermatophoren ab, deren Samenmassen alsdann von dem Weibchen, welches dicht hinter dem nur wenig und langsam sich entfernenden Männchen hinkriecht, durch die Kloakenspalte aufgenommen werden[1].

Einmal konnte ich beobachten, wie der Amerikaner ein Weibchen unseres Triton taeniatus in derselben Weise besprang und seine Kehle umklammerte, dieses in kurzer Zeit aber auch erwürgt hatte.

Ob auch andere nordamerikanische Tritonenarten das gleiche oder doch ein ähnliches Verhalten zeigen, wie Triton viridescens, wäre zu untersuchen.

2. Die Erdsalamander.

Für Salamandra maculosa herrschte bis dahin noch immer völlige Ungewissheit nicht nur in Betreff der Frage, wie die Befruchtung geschehe und wo, ob auf dem Lande oder im Wasser, sondern auch über die Zeit, in welche sie zu verlegen sei. Es wird desshalb jede Beobachtung willkommen sein, welche dazu beitragen kann das Dunkel zu lichten.

Entgegen der Annahme, welche wohl bis jetzt die verbreitetste gewesen sein mag, dass das Fortpflanzungsgeschäft im Sommer stattfinden werde[1], und davon ausgehend, dass eine unmittelbar auf das Absetzen der Jungen, welches bei uns bald im Frühjahr zu geschehen pflegt, folgende Befruchtung keineswegs so undenkbar sei, wie Rusconi[2] meint, im Gegentheil viele Wahrscheinlichkeit für sich habe, nahm ich mir vor im letzten Frühjahr mein besonderes Augenmerk hierauf zu richten. Der Winter war lang und so konnte ich erst am 23. April eine Anzahl frisch gefangener Feuermolche erhalten. Zehn von ihnen — fünf Männchen und fünf Weibchen — wurden in einem mit Moos und Steinen belegten und mit einem flachen Wasserbehälter versehenen Terrarium untergebracht und schon am Morgen des 27. April fanden sich in dem Wasser jenes Behälters außer acht Larven und zwei dunkelfarbigen Ballen, welche sich leicht aus einander wickeln und als die abgeworfenen Häute zweier Salamander erkennen ließen, sechs Spermatophoren vor, von welchen zwei noch ein frisches Aussehen zeigten, die anderen aber schon im Zerfall begriffen waren. Ähnlich am 28. und am 30. April. Der einzelne Spermatophor bestand aus einer kugeligen Samenmasse und einem verhältnismäßig nur wenig ansehnlichen Gallertkegel, von welchem jene getragen wurde, beide innig mit einander verklebt. Die Samenfäden der frischen Spermatophoren wurden noch lebend angetroffen und es konnte an ihnen ganz besonders schön die lebhaft flatternde Seitenmembran, welche an der Spitze des Fadens nicht endet, sondern hier in einen sehr feinen Anhang sich fortsetzt, gesehen werden. Die Gallertmasse zeigte sich solid, nicht in einer Hohlform, wie wir sie bei den Tritonen kennen gelernt haben. Es fehlt ja aber auch, wie bekannt, dem männlichen Salamander die »pilzförmige Papille«. — In den Weibchen fand ich das Receptaculum seminis mit Sperma gefüllt, die Blindschläuche von milchweißer Farbe und ihre wabenförmig gestellten Mündungen schon bei einer schwachen Lupenvergrößerung auf das deutlichste zu erkennen.

---

[1] Der gallertige Samenträger ist kegelförmig mit leichter Einziehung der Basalfläche, ungefähr von der Form, wie wir sie vom Axolotl kennen — nicht glockenförmig wie bei unseren Tritonen. Es ist desshalb, wenn die oben (p. 591) gegebene Erklärung für das Zustandekommen der Glockenform richtig ist, anzunehmen, dass der Triton viridescens in seiner Kloake keine »pilzförmige Papille« besitzt. Ich hätte dies gern festgestellt, habe mich aber nicht entschließen können für diesen Zweck von den wenigen lebenden Thieren, welche ich besitze, eines zu opfern.

Mehr gelang mir nicht festzustellen. Es dürfte aber einer verschärften Aufmerksamkeit nicht mehr zu schwer werden auch das Weitere zu ermitteln, nachdem durch die gemachte Beobachtung wohl zweifellos bewiesen ist, dass die Befruchtung um dieselbe Zeit stattfindet, in welcher die Larven geboren werden, — bei uns also im ersten Frühjahr, und eben so die Annahme begründet, dass sie in der gleichen Weise vor sich gehe, wie bei den Tritonen — also durch Absetzen der Spermatophoren nach außen von Seite der Männchen und durch aktive Aufnahme der Samenmasse von Seite der Weibchen.

---

[1] Vgl. J. M. Bechstein in seiner Übersetzung von Lacepède. Hist. nat. des quadrup. ovip. et des serpents. Bd. II. p. 211. Anm. Weimar 1800 und M. Rusconi, Hist. nat. etc. de la Salamandre terr. p. 10.

[2] a. gl. O. p. 6.

Unter Umständen, vielleicht abhängig von der Temperatur oder von der Verschiedenartigkeit des Wohnortes oder von anderweitigen Bedingungen mag übrigens die Befruchtung auch erst später im Jahr geschehen. So berichtet uns ja Bechstein in der oben schon citirten Anmerkung, in welcher er von den Erdsalamandern des Thüringer Waldes spricht: »Ich habe auch selbst diese ungefleckten Varietäten mit den gefleckten zur Zeit der Fortpflanzung im Juni in den Pfützen und Quellen, auf runden Bergen und in Thälern zusammen herumkriechen und die tölpischen Bewegungen, wodurch sich beide Geschlechter zur Begattung zu reizen suchen, machen sehen.« Wir dürfen wohl annehmen, dass Bechstein hier das der Befruchtung vorausgehende Vorspiel zu sehen bekommen und geschildert hat, müssen uns aber des Weiteren auch der hierher gehörigen Mittheilung von Schreibers'[1] erinnern, in welcher dieser aus einander setzt, dass bei den Tritonen und den Landsalamandern die Befruchtung eine innere sei, dass jedoch bei beiden eine Begattung nicht stattfinde, wohl aber bei den letzteren ein Amplexus, von dem er sagt, dass er ihn namentlich beim schwarzen Salamander, selbst in der Gefangenschaft, oft beobachtet habe und den er dann folgendermaßen beschreibt: »Das Männchen umfasst gleich den Fröschen das Weibchen vom Rücken mit den Vorderfüßen fest um die Brust, und das Weibchen schlägt (was bei den Fröschen nicht geschieht) seine Vorderfüße über jene des Männchens von hinten nach vorn und so kriechen sie oder vielmehr schleppen sie sich gemeinschaftlich vom Lande, wo der Akt stets begann, ins Wasser, wo sie oft Stunden lang verblieben, theils ruhend, theils schwimmend, ohne dass weiter etwas bemerkt werden konnte, als bisweilen eine schwache Trübung der ihre Körper nächst umgebenden Wassermasse.« —

Noch darf nicht unerwähnt bleiben, dass man in Weibchen von Salamandra maculosa, welche im Spätherbst kurz ehe die Thiere in ihre Winterverstecke sich zurückziehen, gefangen werden, auch wenn sie, wie dies ja bekanntlich die Regel ist, mit schon sehr entwickelten Larven trächtig sind, das Receptaculum seminis gewöhnlich noch mit großen Mengen von lebendem Sperma gefüllt findet. Es wird desshalb bei ihnen noch mehr als bei den Tritonen an die Möglichkeit gedacht werden müssen, dass auch ohne erneute Samenaufnahme im folgenden Jahre eine Befruchtung von Eiern stattfinden könne. Ja, es ist dafür der thatsächliche Beweis durch die schon zum öftern gemachte Beobachtung erbracht, dass isolirt gehaltene Weibchen nach ein- und sogar nach zweijähriger Gefangenschaft eine kleine Anzahl von Larven geboren haben. — Für Salamandra atra aber haben J. J. Czermak[1] und von Siebold[2] gezeigt, dass die Weibchen nach einer einmaligen Befruchtung im Laufe eines Jahres mehrmals trächtig werden und gebären.

---

[1] Über die specifische Verschiedenheit des gefleckten und des schwarzen Erdsalamanders etc. in: Oken's Isis. Jahrg. 1833. p. 532. Anm.

3. Der spanische Rippenmolch.

Wieder bekannt und zwar besonders durch die Mittheilungen von Lataste[3] und von Bedriaga[4], und durch meine Beobachtungen im Wesentlichen nur zu bestätigen, ist das wiederum ganz eigenartige Verhalten des brünstigen Pleurodeles Waltlii, welcher seine hakenförmig nach oben gekrümmten Vorderbeine von unten und hinten her über die Vorderbeine des Weibchens wirft und sich so festklammernd das auf den Rücken geladene Weibchen kriechend oder schwimmend stundenlang mit sich herumschleppt, zwischendurch ausruhend und dann wieder in den schwierigsten Krümmungen mit dem Weibchen zusammen sich drehend und windend, wobei es dann vorkommen kann, dass beide Thiere auf dem Rücken liegend anscheinend in größter Ermattung für einige Zeit völlig unbeweglich und wie todt angetroffen werden[5].

Schließlich lässt das Männchen das eine Vorderbein los, um seinen Körper kurz zusammenkrümmend sich so gegen das Weibchen zu kehren, dass seine Aftergegend gegen die Schnauze des letzteren gerichtet ist und sich gegen die Seite des Weibchens anstemmend dieses unter fortdauernden langsamen und schwierigen Drehungen des Körpers eine Zeit lang hin und her zu schieben. Dann setzt es einen Samenkegel vor der Schnauze des Weibchens ab und führt es langsam in engem Kreise herum, bis das Weibchen mit seiner Kloakenmündung in der Nähe des Spermatophors angekommen ist, nun anhält und den Körper nach den Seiten hin und her wiegend und sich so zurechttastend die Samenmasse durch die geöffnete Kloakenspalte aufnimmt.

Letzteres hat von Bedriaga bei Pleurodeles nicht gesehen, wohl aber bei Glossoliga Hagenmulleri, wie er im »Zoologischen Anzeiger«[1] uns mitgetheilt hat.

---

[1] Beiträge zur Anat. u. Physiol. des schwarzen Salamanders, in den med. Jahrb. des österr. Staates. Bd. XLV. Wien 1843. p. 8.

[2] a. a. O. p. 472 ff.

[3] Sur l'accouplement chez les batraciens urodèles. Revue internationale des sciences. No. 42. Paris 1878.

[4] Beiträge zur Kenntnis des Rippenmolches in den Verhandl. der kais. Gesellschaft der Wissensch. zu Moskau. 1879. p. 179 ff.

[5] Von einem Reiben der äußeren Genitalien des Männchens an denen des Weibchens, wie es von Bedriaga beschreibt (a. a. O. p. 193 und 195), habe ich nie etwas gesehen.

4. Der Axolotl.

Bei dem sonst so ganz besonders trägen Axolotl zeigt sich die Brünstigkeit und das Vorspiel, das der Befruchtung vorausgeht, in der Art, dass nachdem beide Geschlechter schon während einiger Nächte etwas mehr Lebhaftigkeit gezeigt haben, das Männchen in einer folgenden Nacht in auffälliger Weise unruhig zu werden beginnt und dann bald in großer Erregung[2] und mit plumpem Ungestüm hin und her schwimmt oder auch am Boden des Behälters auf- und abrennt, öfter unter dem Weibchen sich durchzwängt und, indem es seine Schnauze gegen den After und die Unterbauchgegend desselben andrückt, es vor sich her schiebt oder auch in die Höhe hebt und so selbst eine Strecke weit vor sich herträgt. Häufig kommt auch das Männchen an die Oberfläche des Wassers um Luft in großer Menge zu holen und sprudelnd wieder auszustoßen.

Nachdem dies Alles eine längere oder kürzere Zeit gedauert hat, sieht man, wie das Männchen den Kloakenwulst weit aus einander spreizend und dessen dunkelgeröthete Innenfläche breit hervortreibend, dabei mit seinem Schwanze beständig wedelnde Bewegungen ausführend, seine Spermatophoren, meist drei bis vier rasch nach einander und nur wenige Centimeter von einander entfernt absetzt und festklebt.

Hierbei folgt das Weibchen dem Männchen, indem es, wenn das letztere sich zum Absetzen der Samenkegel anschickt, die Schnauze gegen dessen aufgesperrten Kloakenwulst andrückt, es mitunter auch sachte etwas vor sich wegschiebt, und fängt, wenn ein oder mehrere Samenkegel abgesetzt sind, alsbald an die Samenmasse von denselben abzulesen. Es schreitet dabei über den festgeklebten Spermatophoren, nachdem es diesen zuerst mit der Schnauze berührt hat, langsam weg und hält, sobald es mit dem einen oder dem anderen Hinterbein ihn streift, an, um sich auf den gegen den Boden angestemmten Hinterbeinen hin und her wiegend sich zu dem Spermatophoren hinzutasten und alsdann nur noch kurze Bewegungen mit seinem Schwanze ausführend, durch die geöffnete Kloakenspalte die Samenmasse von dem Gallertkegel wegzunehmen und in die Kloake hineinzubringen, wobei es hin und wieder geschieht, dass man die stark geröthete Innenfläche der letzteren zu sehen bekommt[1].

---

[1] V. Jahrg. 1882. Über die Begattung bei einigen geschwänzten Amphibien p. 359.

[2] Beim Albino lässt sich dabei beobachten, wie ein starker Blutzufluss nach der Körperoberfläche stattfindet und in Folge davon besonders die Kiemenbüschel, wie der Schwanz und der stark angeschwollene Kloakenwulst sich bis zum Dunkelrothen färben, aber auch die vorderen und die hinteren Gliedmaßen, wie der Flossensaum sich merklich röthen. — Auch beim brünstigen Weibchen zeigt sich, doch weniger ausgesprochen, dieselbe Erscheinung.

Das Männchen kehrt meist, nachdem es drei oder vier Spermatophoren abgesetzt hat, zu dem Weibchen zurück und fängt von Neuem an dasselbe eine kurze Zeit lang vor sich her zu schieben oder zu tragen. — Im Ganzen aber giebt es gewöhnlich 8 bis 10, nicht selten 12 bis 16 Spermatophoren ab. Ja ausnahmsweise kann die Zahl der letzteren noch bedeutend größer werden. So sah ich einmal ein Männchen innerhalb einer Zeit von 12 Stunden 24, und in den folgenden 12 Stunden noch einmal 6 Spermatophoren abgeben. Ein anderes Mal sah ich, wie ein anderes Männchen schon eine halbe Stunde, nachdem es zu seinem Weibchen gebracht worden war, mit dem Absetzen der Spermatophoren begann, innerhalb der folgenden halben Stunde acht und in einer weiteren Stunde noch einmal zwölf Spermatophoren absetzte.

Die Samenmasse sitzt dem Gallertkegel fest auf und es wird nie die ganze Menge, sondern immer nur ein größerer oder kleinerer Theil von dem Weibchen aufgenommen, bald nur von wenigen bald aber auch von mehreren, von fünf bis sechs Spermatophoren.

Mit dem Eierlegen beginnt das Weibchen frühestens in der nächsten Nacht, meist erst 36 bis 40 Stunden nachdem die Befruchtung stattgefunden hat, und fährt dann für gewöhnlich damit fort während zweier oder dreier Tage, in welcher Zeit es 300 bis 400, nicht selten bis zu 500 und 600, in einzelnen Fällen auch bis zu 800, 1000 und mehr Eier legen kann.

Werden die Thiere in einem nicht zu kalten Zimmer gehalten, so fällt nach meinen sehr zahlreichen Beobachtungen ihre Fortpflanzung meist in die Zeit von Ende December bis März und nur ausnahmsweise habe ich auch das eine oder andere Weibchen erst im Sommer, sogar erst im Herbst laichen sehen. — Im Freien, d. h. in einem Gartenbassin, in welchem die Thiere auch durch den Winter geblieben waren, erfolgte die Fortpflanzung für gewöhnlich nicht vor dem April und nur einmal fand ich abgesetzten Axolotl-Laich schon am 15. März. Es war dies im Jahr 1884, in welchem jener Monat außergewöhnlich warm gewesen war.

---

[1] Gasco giebt an (a. a. O. p. 330, 331), dass das Weibchen mit Hilfe der Pfoten seiner beiden Hinterbeine die Spermatophoren festhalte und die Samenmasse in die Kloake hineinpresse. Auch ich glaubte dies bei meinen ersten Beobachtungen so gesehen zu haben, konnte mich aber später nie mehr mit Bestimmtheit davon überzeugen.

Dass im gleichen Jahr ein Weibchen wiederholt zum Laichen kommen kann, ist schon von früheren Beobachtern festgestellt worden, so von Stieda[1] u. A., ich darf aber doch vielleicht von eigenen Erfahrungen anführen, dass ein Weibchen, welches im Jahr 1880 von der Nacht des 23/24. bis zum Abend des 25. Februar 500 Eier abgesetzt hatte, vom 6. bis zum 7. Juli wieder 320 Eier ablegte, und dass dasselbe Weibchen im darauffolgenden Jahr 1881 wiederum zweimal laichte und von der Nacht des 10/11. bis zur Nacht des 12/13. März mehr als 800 und beim zweiten Mal vom 13. bis zum 15. Mai 350 Eier abgegeben hat. Ein anderes Mal sah ich im Jahr 1882, wie ein Weibchen, das vom 6. bis zum 9. Februar gelaicht hatte, am 23. März — also schon nach 45 Tagen — ein zweites Mal Eier legte. — Zu bemerken ist hierbei, dass dem wiederholten Eierablegen jedes Mal eine erneute Befruchtung vorausgeht.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch bei den im Freien gehaltenen Thieren in demselben Jahr ein mehrmaliges Laichen vorkommen könne, doch fehlen mir hierüber sichere Nachweise. —

Ich muss beinahe fürchten, schon in den vorstehenden Mittheilungen über den Axolotl etwas zu ausführlich geworden zu sein, kann aber doch nicht umhin zum Schlusse noch hervorzuheben, wie sehr eben gerade der Axolotl sich dazu eignet, die Vorgänge bei der Befruchtung studiren zu lassen, und zwar nicht bloß wegen der Leichtigkeit, mit der im Allgemeinen an den verhältnismäßig großen Thieren die betreffenden Beobachtungen zu machen sind, sondern noch im Besonderen mit Rücksicht darauf, dass wir es fast in der Hand haben, die Zeit zu bestimmen, in welcher die Fortpflanzung geschehen soll. Wir brauchen nur vom Herbst an die Thiere nach Geschlechtern getrennt zu halten und können dann vom Februar an — wohl auch schon früher — beinahe mit Sicherheit darauf rechnen, dass, wenn nun die passenden Paare[2], Männchen mit recht entwickeltem Kloakenwulst und recht dickleibige Weibchen zusammengebracht werden, nicht selten schon in der nächsten oder doch einer der folgenden Nächte das oben geschilderte Treiben beginnt, die Männchen ihre Spermatophoren absetzen und die Weibchen den Samen aufnehmen, um dann in der nächsten oder der übernächsten Nacht mit dem Eierlegen zu beginnen. — Mitunter kommt es dabei, wie aber auch sonst, vor, dass die beiden Geschlechter zwar in Erregung gerathen, die Männchen ihre Spermatophoren abgeben und die Weibchen nachweisbar auch den Samen aufgenommen haben[1] und dass doch kein Eierlegen erfolgt. Ich habe aber in solchen Fällen wiederholt beobachten können, wie das letztere dann in kürzester Zeit doch begann, wenn ich die Thiere aus dem engen Zimmeraquarium in das weite Gartenbassin versetzte.

---

[1] Vgl. Sitzungsber. der Dorpater Naturf. Ges. IV, 1. 1875. p. 43.

[2] Am besten eignen sich zwei- bis dreijährige kräftige und gut genährte Thiere.

Es ist aber auch möglich und gar nicht schwierig die Thiere dazu zu bringen, dass sie die Befruchtung am Tage vollziehen, und sich damit die Beobachtung bedeutend leichter und angenehmer zu machen — einfach dadurch, dass man die Paare nur über Tag beisammen lässt, sie am Abend trennt und am anderen Morgen wieder vereinigt und in dieser Weise fortfährt, so lange es eben nothwendig ist. Früher oder später werden die Thiere hinreichend brünstig geworden sein[2] und man wird dann bei einem erneuten Zusammenbringen der Paare sehr bald aus ihrem Gebahren erkennen, dass die Befruchtung zu erwarten ist. Man sieht hierbei, wie es die Weibchen sind, welche die Männchen aufsuchen und diese durch Betasten und leises Anstoßen anreizen, wie die Männchen dann nach kurzer Zeit in große Erregung gerathen und das oben geschilderte Treiben und vielleicht schon nach einer halben Stunde mit dem Absetzen der Spermatophoren beginnen, worauf sofort auch die Aufnahme der Samenmasse durch die Weibchen zu geschehen pflegt.

So verschiedenartig wir bei den in Vorstehendem behandelten Urodelen das Gebahren der brünstigen Männchen und das ganze der Befruchtung vorausgehende Liebesspiel gefunden haben, so übereinstimmend zeigt sich dagegen zum Schluss die Art der Übertragung des Samens von dem Männchen auf das Weibchen selbst. Sie geschieht nicht unmittelbar, nicht durch eine Begattung der Thiere, sondern so, dass das Männchen seine Spermatophoren nach außen abgiebt und das Weibchen in aktiver Weise die Samenmasse der letzteren in seine Kloake bringt.

Für die Tritonen, den Rippenmolch und den Axolotl ist dies mit

---

[1] Es gelingt, zur rechten Zeit vorgenommen, ohne alle Schwierigkeit durch leichtes Auseinanderziehen der Afterspalte das in die Kloake geschaffte Sperma, sogar noch in den einzelnen Klümpchen, aufzufinden.

[2] Zweckmäßig verwendet man zu diesen Versuchen Albinos, deren Brünstigwerden sich schon frühzeitig durch die stärkere Röthung der Körperoberfläche verräth.

Sicherheit nachgewiesen und für die Erdsalamander nicht zu bezweifeln. Wir werden aber kaum fehl gehen, wenn wir eine gleiche Art der Befruchtung auch für die übrigen Urodelen annehmen.

Die Füllung der Samentaschen muss in der Weise geschehen, dass die Samenfäden, nachdem sie in die Kloake geschafft worden sind, die Schläuche jener aufsuchen und sich in ihnen einnisten, um dann von hier aus nach kürzerer oder längerer Zeit zur Verwendung zu kommen.

Winnenthal, den 12. Oktober 1889.

Untersuchungen über Harting'sche Körperchen.

Von

W. v. Nathusius.

Mit Tafel XXVIII.

In Carus Zoologischem Anzeiger Nr. 252 und 253 von 1887 machte ich schon eine kurze Mittheilung über die sog. Harting'schen Körperchen und ihre wesentliche Verschiedenheit von organischen Hartgebilden, namentlich gewissen Kalkkörperchen, welche in den sog. Überzügen von Vogeleischalen vorkommen.

Über letztere bis dahin gänzlich übersehene Strukturen theilte ich Einiges in der zoologischen Sektion der 57. Naturforscherversammlung in Magdeburg 1884 mit (Tagebl. p. 89). Durch Leuckart wurde dem entgegen in Zweifel gezogen, dass die Kalkkörperchen der Eischalenüberzüge organisirte Gebilde seien und auf die durch Harting künstlich hergestellten Kalkkörperchen, als mit jenen Gebilden der Vogeleischalen die größte Übereinstimmung besitzend, verwiesen.

Ähnliche Einwendungen waren mir schon früher von anderer Seite entgegengetreten: ja es hat Harting selbst in seinen Recherches de morphologie synthetique (Sep.-Abdr. aus den Public. d. Niederländischen Akad. d. Wissenschaften. Amsterdam, van der Post, 1872) meinen älteren Untersuchungen über die Struktur der Eischalen die Ehre einer Erwähnung erzeigt, und geglaubt, die Eischale wenigstens mit einem Theil der von mir gefundenen Strukturen künstlich dargestellt zu haben (a. a. O. p. 45 ff. Taf. IV, Fig. 4 u. 5).

Schon lange lag es mir an, so interessante Objekte als die sog. Harting'schen Körperchen einer näheren Untersuchung zu unterziehen, aber es gelang nicht, authentische Objekte zu erlangen. Erst vor zwei Jahren fand ich einige Muße, um einen Theil der Harting'schen Experimente zu wiederholen, und wiederum sind zwei Jahre vergangen, bis ich die dabei gemachten Beobachtungen in ihren Einzelheiten für die Veröffentlichung ausarbeiten kann.

Einer so vortrefflichen umfangreichen und mit musterhafter Sorgfalt durchgeführten Arbeit, als die Harting'schen Recherches de morphologie synthetique sind, in einem kurzen Rückblick gerecht zu werden, ist kaum möglich. Auf einige Punkte muss ich vorweg eingehen, möchte dabei aber nicht verkannt sehen, dass, wo ich zu abweichenden Auffassungen gelange, ich dieselben nur ausspreche in dem vollen Gefühl des Dankes, welchen die Wissenschaft einem Forscher wie Harting schuldet, und zu welchem ich mich besonders für die Anregung und Belehrung, welche ich seinem klassischen Werk über Mikroskopie von früher her verdanke, bekenne.

Dass so wichtige in die tiefsten Grundlagen wirklich philosophischer Naturbetrachtung gehende Untersuchungen in Harting's Sinn von Anderen wieder aufgenommen und fortgeführt seien, habe ich nicht auffinden können; auf einige Arbeiten, welche sich mit ihnen mehr oder weniger berühren, komme ich zurück; aber sie scheinen für diejenigen Hypothesen ausgebeutet zu werden, die wir jetzt als monistische bezeichnen. Ob Harting für diese Hypothesen empfänglich gewesen wäre, muss ich dahingestellt sein lassen. Jedenfalls hebt er (p. 79) scharf die Unterschiede hervor, welche die durch ihn dargestellten Gebilde von Organismen trennen. Er legt die Thatsachen klar und objektiv dar und bemüht sich, streng zu scheiden zwischen dem, was er durch seine Experimente als erwiesen betrachtet, und den mehr hypothetischen Schlussfolgerungen, deren Bedeutung er darauf beschränkt, dass sie zu weiteren Experimenten anregen sollen. Der Schlusssatz der schönen Arbeit geht dahin, dass sich damit dem Forscher ein sehr weites Feld eröffne, auf welchem kaum die ersten Schritte gethan seien.

Die weiteren Schritte haben, so viel mir bekannt, wenn ich von meiner bescheidenen, vor zwei Jahren erfolgten Mittheilung absehe, bis jetzt 17 Jahre auf sich warten lassen. Indess hat man, ganz entgegen dem Sinne Harting's, seine Untersuchungen als etwas Abgeschlossenes behandelt, und sogar deren Resultate missverständlich dargestellt. Wenn z. B. Pagenstecher (Allgem. Zool. Berlin 1875. Bd. I. p. 81) von den Versuchen Harting's anführt, sie haben ergeben, »dass kohlensaurer Kalk, wenn er bei Gegenwart von Eiweißkörpern aus dem gelösten Zustand in den festen übergeht, Calcosphäriten bildet, kugelig geschichtete Verkalkungen eines, dem Chitin nahestehenden Eiweißkörpers;« so wird dabei übersehen, dass Harting (p. 58) bestimmt hervorhebt, dass diese chitinähnlichen Eiweißkörper auch da auftraten, wo keine Verbindung mit kohlensaurem Kalk stattgefunden hatte, und dass Harting überhaupt von der morphologischen Untersuchung von Niederschlägen kohlensauren Kalks ohne Gegenwart von Eiweiß oder sonstigen organischen Verbindungen ausging: dass er dabei häutige Niederschläge erhielt, welche allmählich in Gebilde übergingen, die in kugeliger Gestalt, in radiärer und geschichteter Struktur vollständig mit den später dargestellten Calcosphäriten übereinstimmten (p. 5, Taf. I, Fig. 1). Der größte, so ohne Gegenwart von organischer Substanz durch Zusatz von kohlensaurem Kali oder Natron zu einem löslichen Kalksalz erlangte und von Harting abgebildete Calcosphärit, hatte nur 20 μ Durchmesser, konnte also die feinere Struktur nicht so deutlich zeigen als die später dargestellten bis über 100 μ gehenden.

Um in einem zäheren oder dickflüssigeren Medium langsamere Bildung der Körperchen und dadurch größere Dimensionen derselben zu erreichen, wurde ohne wesentlichen Erfolg Zusatz von Gummi, Kleister etc. versucht; wohl aber trat dieser Erfolg mit thierischen Substanzen, als Eiweiß, Blut, Galle etc. ein. Die eiweißartigen Substanzen gehen wirklich in die Substanz der sich bildenden Körperchen über, haben also auch, abgesehen von der Vergrößerung, einen unbestreitbaren Einfluss auf ihre Beschaffenheit; aber daraus, dass sich Calcosphäriten auch in Abwesenheit organischer Substanz mit derselben charakteristischen Struktur bilden, geht hervor, dass die morphologische Bedeutung der Eiweißstoffe überschätzt wird, wenn man diesen wichtigen Umstand übersieht und dem Gedanken Raum giebt, dass es sich hier um Quasi-Organismen oder um Übergänge in solche handeln könne. Harting selbst tritt solchen Gedanken in seinen Schlussbemerkungen, wie schon bemerkt, entschieden entgegen.

Calcosphäriten, Conostaten und die scheinbar einen Übergang in eigentliche Krystallformen bildenden Körperchen habe ich in befriedigender Übereinstimmung mit Harting's Beschreibungen und Abbildungen erhalten. Auf gewisse Abweichungen, sei es in der Beobachtung, sei es in deren Deutung, habe ich zurückzukommen; aber schon hier dürfte der Ort sein, dasjenige Bedenken geltend zu machen, welches ich gegen die Bedeutung eines Theils der Harting'schen Befunde erheben muss.

Außer den erwähnten Körperchen sind auch Membranen und membranöse Gebilde dargestellt worden. Sie werden auf Taf. II, Fig. 3—12 abgebildet. Das von mir angewendete Verfahren gestattete nicht, diese Membranen anders als in einzelnen Fragmenten zu erhalten, welche indess genügen, um den Nachweis zu führen, dass die erwähnten Abbildungen im Wesentlichen Wahrheit darstellen, welcher Nachweis übrigens bei einem Beobachter wie Harting kaum erforderlich war. Wird indess angenommen, dass diese Membranen etwas bei dem angewandten Verfahren neu Entstandenes seien, so kann ich dieses als begründet nicht zugeben. Ich kann nur annehmen, dass es die im Hühnereiweiß schon vorher vorhandenen zarten Membranen sind, welche dadurch, dass sich kohlensaurer Kalk in und auf ihnen niedergeschlagen hat, deutlicher und konsistenter geworden sind.

Die Frage über die Präexistenz dieser Membranen in der Eihülle darf ich hier nicht erörtern. Zur Zeit der Harting'schen Untersuchungen mochte die Melsens'sche Meinung, welche sie, wenn durch Mischung des Hühnereiweiß mit Wasser dargestellt, für Kunstprodukte erklärte, noch eine gewisse Geltung haben. Jetzt dürfte ihre Präexistenz eine anerkannte sein, und hiermit harmonirt, dass Harting nur in den Fällen, wo er das Weiße von Hühnereiern verwendete, membranöse Bildungen darstellen konnte, nicht aber wo Blutserum, Galle etc. angewendet wurden.

Am auffallendsten ist dieses Verkennen des Sachverhältnisses beim Experiment Nr. 7 (p. 13 ff. namentlich p. 19). Es waren in eine Schüssel von 25 cm innerem Durchmesser, welche das Weiße von sieben Hühnereiern enthielt, an den einen Rand Stücke von Chlorcalcium, an den entgegengesetzten eine krystallinische Kruste von Natronbikarbonat gelegt. Auf der Oberfläche bildeten sich Krusten, welche, aus den gewöhnlichen Calcosphäriten und Conostaten bestehend, hier nicht weiter berührt werden sollen. Das Chlorcalciumstück fand sich nach acht Wochen von einem membranösen, nur an einzelnen Stellen etwas Kalkkügelchen enthaltenden, sonst aber kalkfreien Cylinder umgeben, der an den Rändern die Härte des Knorpels an anderen Stellen aber doch eine der der Sehnen gleiche Konsistenz, dabei aber auch eine große Widerstandsfähigkeit gegen Kalilösung hatte.

Vergegenwärtigt man sich die Menge der in der Eiweißhülle vorkommenden, wenn auch im Einzelnen zarten Membranen, so ist evident, wie die energische Anziehung des Wassergehaltes der zwischen diesen Membranen befindlichen Flüssigkeit erstere in der Umgebung des Chlorcalciumstücks verdichten und im Lauf der acht Wochen zu einer Masse, wie sie beschrieben wird, vereinigen musste. Von den leichter isolirbaren Eihäuten — Dotterhaut und Schalenhaut — ist bekannt, dass ihr chemisches Verhalten dem des Elastins nahe kommt. So ist dies ein einfacher physikalischer Vorgang, der neben der Bildung der Calcosphäriten hergehend keine Beziehungen zu dieser hat. Um das Natronsalz bildete sich gleichzeitig ein ähnlicher Ring, welcher aber aus brüchigen verkalkten Membranen bestand.

Ein weiteres Studium des Verhaltens dieser Membranen, wenn sie der Einwirkung von Kalksalzen ausgesetzt werden, kann für die genauere Erkenntnis ihrer Struktur, welche wegen ihrer großen Zartheit und Quellbarkeit schwierig ist, vielleicht von Wichtigkeit werden. Für die sonst hier vorliegenden Fragen glaube ich diese ausscheiden zu können.

Nun zur vermeintlichen Reproduktion der Eischale. In dem 32ten Experiment (p. 45 ff.) wurden sechs Hühnereier, nachdem ihre Schale durch Salzsäure entkalkt war, mittels eines starken Wasserstrahles abgespült und dann drei Tage in eine koncentrirte Chlorcalciumlösung gelegt. Sie wurden dann wieder abgewaschen und in die Lösungen gelegt, welche allmählich das in das Ei eingetretene Kalksalz bei seinem Wiederaustritt niederschlagen sollten. Wir dürfen wohl annehmen, dass diese nicht näher bezeichneten Salze kohlensaures und etwas phosphorsaures Natron waren.

Harting giebt gewissenhaft unter Anführung einiger der hierfür allerdings nahe liegenden Gründe an, dass in keinem Fall eine der natürlichen ähnliche Schale entstanden sei; bildet jedoch auf Taf. IV, Fig. *4 B* ab, wie sich auf einem Theil der Schalenhaut des einen Eies Calcosphäriten abgesetzt haben, wodurch eine gewisse oberflächliche Ähnlichkeit mit den Bildern entsteht, welche meine tangentialen Schliffe durch die Mammillenendungen von Eischalen zeigen. Dabei giebt er zu, dass die feineren von mir nachgewiesenen Strukturverhältnisse der Eischale fehlen.

H. Landois und R. Blasius hatten vor mir die Struktur der Vogeleischalen an entkalkten Schalenstücken studirt. Ihren Resultaten hatte ich mich nach dem, was die Dünnschliffe der Schale ergaben, nicht anschließen können; das steht aber fest, dass die mit Säuren behandelte Schale ein ziemlich voluminöses Substrat hinterlässt. Namentlich bei diesen fest mit der Membrana testae verwachsenen Mammillenendungen ist es ziemlich derb. Auch wenn Harting das entkalkte Ei mit einem starken Wasserstrahl abgespült hatte, konnte das nach der Entkalkung zurückbleibende Substrat nicht vollständig entfernt sein: am wenigsten die von den Fasern der Membrana testae durchwachsenen Mammillenendungen. Bekannt ist, dass krystallinische Absätze solche günstige Ansatzpunkte bevorzugen, leicht verständlich also, dass sich auch Calcosphäriten da absetzen, wo sich noch Reste von Mammillenendungen vorfinden, und so Bilder entstehen, welche eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit Schalenschliffen haben; aber solche äußerliche Ähnlichkeiten werden durch mancherlei Nebenumstände bewirkt, und es ist unzulässig, aus ihnen Analogien zu entnehmen: es ist allein die feinere — die intime Struktur, auf welche es dabei ankommt, und in keinem der hier vorliegenden Fabrikate finde ich auch nur eins der mannigfachen und interessanten Strukturverhältnisse, welche ich in den Vogeleischalen nachweisen konnte, glaube also die Annahme, dass hier wirkliche Analogien vorliegen, mit Entschiedenheit bestreiten zu können.

So ungern ich diesen kritischen Bemerkungen eine große Ausdehnung gebe, muss doch noch der Versuche, Knorpel-, Knochen- und Sehnengewebe zu verkalken, gedacht werden (31stes Experiment p. 41 ff.). Sie sind wohl die am wenigsten gelungenen. Das eigentlich negative Resultat hat nach dem, was jetzt über die Rolle, welche die Osteoblasten bei der Knochenbildung spielen, und über die fibrilläre Struktur des Grundgewebes der Knochen bekannt ist, nichts Überraschendes.

Nach diesem allgemeineren Rückblick, welchen ich einer so hervorragenden Arbeit schuldig war, habe ich noch als mir bekannt gewordene Arbeiten, welche mit der Harting'schen mehr oder weniger in Beziehung zu bringen sind, die folgenden zu erwähnen:

W. M. Ord, The influence of colloids upon crytalline form and cohesion. London 1879. Ein Referat von O. Lehmann, welches auch die Abbildungen wiedergiebt, findet sich in P. Groth, Zeitschr. f. Krystallographie und Mineralogie, Bd. IV, 1880, pag. 619. Ord scheint die Harting'sche Arbeit nicht gekannt zu haben, in dem Referat wird sie wenigstens nicht erwähnt; aber er gedenkt des von Anderen z. B. Rainey aufgestellten Satzes, dass Krystalle in ihrer Ausbildung durch Colloidsubstanzen gehindert werden, und zwar um so mehr, je geringer die Löslichkeit der krystallisirenden Substanz, und je größer die Viscosität des Colloids ist. Die Experimente beziehen sich auf die im Urin stattfindenden Niederschläge. Dargestellt sind Harnsäure, harnsaures Natron, oxalsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia. Als Medien sind Zucker, Gummi, Gelatine und Eiweiß benutzt. Die Darstellungsweise ist im Princip der Harting'schen ähnlich. Es wurde z. B. eine mit einem Gelatinepfropf geschlossene Röhre in Chlorcalciumlösung gebracht und mit einer Lösung von oxalsaurem Ammoniak gefüllt. Die Abbildungen zeigen nur darin Ähnlichkeiten mit den Harting'schen, dass Doppelkugeln (Zwillinge von Sphäroiden) und ganz kleine runde Körnchen vorkommen. Koncentrische Schichtung und radiäre Streifung ist nirgends angegeben: leider auch nicht der Maßstab der Abbildungen. Die vorkommenden entschiedenen Krystallformen können selbstverständlich mit den bei den Harting'schen Experimenten erhaltenen Krystalloiden nicht verglichen werden, da Ord kohlensauren Kalk nicht dargestellt hat. Offenbar handelt es sich für ihn wesentlich um Methoden der Harnuntersuchung, wobei allerdings die Modifikation der Krystallformen von Wichtigkeit war. Dass auch andere Salze als kohlensaurer Kalk unter dem Einfluss der Colloide Sphäroide bilden, ist beachtungswerth, aber dieser Umstand scheint doch von Ord so wenig verfolgt, dass er hier nicht zu verwerthen ist. Überhaupt liegt das Interesse, welches die Harting'schen Experimente erregt haben, in anderer Richtung.

Ferner ist die Arbeit von Dr. Wilhelm Ebstein, Natur und Behandlung der Harnsteine (Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1884) nicht mit Stillschweigen zu übergehen. Nach derselben besitzen sämmtliche Harnsteine ein »organisches Gerüst«, welches nach Auflösung der Harnsäure resp. der Kalksalze zurückbleibt. Harnsäurekügelchen, welche sich schon in der Niere bilden, sollen »versteinerte« Epithelzellen der Harnwege sein (harnsaures Infarkt der Niere Neugeborener) und radiale und koncentrisch geschichtete Struktur zeigen. Erstere verschwinde nach Auflösung der Harnsäure, sei also krystallinisch, letztere bleibe als Struktur des organischen Gerüstes. Solche Nierensteinchen, aber auch Fremdkörper (Sperma) und katarrhalische Absonderungen können in der Blase die Bildung größerer Blasensteine verursachen, welche ebenfalls ein organisches Gerüst haben, das häufig versteinerte Zellen in großer Zahl einschließt.

Früher schon war ich auf die auffallende Ähnlichkeit, welche einige der Ebstein'schen Abbildungen mit Radialschliffen durch Straußeneier zeigen, aufmerksam gemacht, z. B. der Dünnschliff durch einen Oxalatstein Taf. III, Fig. 6*a*; aber diese Ähnlichkeit ist eine mehr zufällige. Der wesentliche Unterschied ist der, dass in den Harnsteinen, wie angeführt, die radiale Struktur als Ausdruck einer verwirrten Krystallisation bei Entfernung der inkrustirenden Substanz verschwindet, während sie bei der Eischale Ausdruck einer organischen Struktur ist und bei Auflösung der Kalksalze bleibt. Von der feineren Struktur der Eischale, namentlich von den Schalenkörperchen, ist nichts vorhanden; die Ähnlichkeit beschränkt sich also darauf, dass auch in den Harnsteinen wie beim Straußenei koncentrische Schichtung vorhanden ist. Diese ist aber ein bei den allerverschiedensten Objekten und auf ganz verschiedenen Ursachen beruhendes Vorkommnis, so dass ich in dieser Beziehung den Ebstein'schen Befunden Bedeutung nicht beilegen konnte. Aber gerade in dem, was die Harnsteinstruktur von der der Eischalen unterscheidet, liegt eine Ähnlichkeit mit den Harting'schen Körperchen. Auch in letzteren glaube ich, wie weiterhin auszuführen ist, gefunden zu haben, dass die radiäre Struktur nur der Ausdruck von Krystallisation ist.

Um die Harnsteine als Analoga der Harting'schen Körperchen betrachten zu können, würden noch einige Fragen zu erledigen sein, welchen Ebstein, da ihm, wie erklärlich, die pathologischen Gesichtspunkte wichtiger als die naturphilosophischen erscheinen mussten, nicht näher getreten ist. Überhaupt ist aus seiner Arbeit nicht zu ersehen, dass ihm die Harting'schen Experimente bekannt waren. Abgesehen davon, dass zweifelhaft bleibt, ob die Art der koncentrischen Schichtung der der Harting'schen Körperchen entspricht, scheint es, dass er den Zellen, aus welchen die kleinen Steinchen entstehen und welche die größeren enthalten sollen, einen wesentlichen Einfluss zuschreibt. Würde dieser Einfluss als ein auf der Besonderheit der Zellenform beruhender betrachtet, so läge etwas Anderes als in den Harting'schen Körperchen vor. Sollten diese Zellen aber lediglich, wie dies ja auch erklärlich wäre, nur das Motiv dafür sein, dass ein krystallinischer Niederschlag dort seine Ansatzstelle findet, wie dies z. B. auch geschah, als Harting Calcosphäriten auf der entkalkten Schalenhaut des Eies entstehen sah, dann läge die Analogie mit den Harting'schen Körperchen nahe.

Wie dem auch sei, so handelt es sich bei den Harnsteinen um Gebilde, welche, wenn sie auch innerhalb der Organe des menschlichen Körpers entstehen, zur Ausscheidung bestimmt sind, nicht aber, wenigstens für eine gewisse Zeit, dem Organismus wirklich zugehören sollen. In letzterem erst würde das Interesse liegen.

Endlich habe ich noch eines Vortrages zu erwähnen, welchen G. Steinmann in der Sitzung vom 15. Mai 1889 der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. über Schalen und Kalksteinbildung gehalten hat. Ein Bericht über denselben ist in Bd. IV, H. 5 der Berichte jener Gesellschaft veröffentlicht.

Steinmann theilt als »bisher noch nicht beachtete Eigenschaft der Eiweißsubstanz« mit, dass sie auch ohne Zusatz von kohlensaurem Alkali Kalkkarbonat aus anderen Kalksalzen fälle. Das Wesentliche ist so kurz mitgetheilt und enthält so Auffallendes, dass ich vorziehe, wörtlich zu citiren: »Bringt man auf einen Objektträger einen Tropfen klaren, geruchlosen, aber schwach alkalisch reagirenden Eiweißes (aus einem Hühnerei entnommen) mit etwas koncentrirter Chlorcalciumlösung oder mit Krystallen dieser Substanz zusammen, so scheiden sich sehr bald (nach 5—15 Minuten) zahlreiche kugelige Körper aus, welche eine Trübung der vorher klaren Flüssigkeit hervorrufen. Dieselben zeigen zwischen gekreuzten Nicols das schwarze Kreuz und häufig auch die Farbenringe einachsiger Sphärokrystalle mit negativem optischen Charakter, lösen sich in verdünnten Säuren unter Brausen auf und hinterlassen einen organischen Rückstand von gleicher Gestalt. Der Niederschlag erfolgt je nach der Koncentration der Chlorcalciumlösung mehr oder minder rasch und reichlich. Wird der Versuch in größerem Maßstabe und mit verdünnter Chlorcalciumlösung angestellt, so bilden sich außer den regelmäßigen kugeligen ‚Calcosphäriten‘ (Harting) Zwillings- oder Viellingskörper, ‚Conostaten‘ (Harting), feste Krusten oder größere Kugeln, die durch Zusammentreten der Calcosphäriten entstehen. Das Innere der größeren Kugeln wird nicht selten von einer Luftblase eingenommen. Die Eiweißsubstanz nimmt dabei den Charakter des Conchyolin an, sie wird weiß und fast ganz unlöslich in Alkalien wie in Säuren; nach längerem Stehen in mehrfach erneutem Wasser färbt sie sich bräunlich, wie die Conchyolinmassen, welche die unbeschalten Körpertheile vieler Mollusken überziehen. Kurz es entstehen auf diese Weise dieselben Produkte, wie sie Harting unter Zusatz von kohlensauren Alkalien erhielt.«

Weiterhin ergiebt sich, dass es sich um die Einwirkung des durch Zersetzung des Eiweiß entstehenden kohlensauren Ammoniaks handele. Dass bei dieser Zersetzung, wie angeführt wird, Mikroorganismen eine Rolle spielen, ist eigentlich selbstverständlich. So hätten wir das einfache, zwar nicht überraschende, aber immerhin zu vermerkende Resultat, dass bei der Entstehung Harting'scher Körperchen kohlensaures Ammoniak die anderen Alkalien ersetzen hann. Als eine »bisher nicht beachtete Eigenschaft der Eiweißsubstanz« wird dies wohl nicht zu betrachten sein.

Berichte über mündliche Vorträge müssen vorsichtig beurtheilt werden; indess ergiebt der Heftumschlag, dass Steinmann Mitglied der Redaktionskommission, das Veröffentlichte also als eine korrekte Wiedergabe zu betrachten ist. Dann muss ich als auffallend Einiges hervorheben:

1) Frisches Hühnereiweiß ist nicht tropfbar. Der Zersetzungsprocess muss schon ziemlich weit vorgeschritten sein, wenn sich seine Membranen verflüssigt haben. Dann ist allerdings auch ein größerer Gehalt an kohlensaurem Ammoniak zu erwarten.

2) Die Bildung von Calcosphäriten etc. schon nach 5—15 Minuten ist gänzlich neu, desshalb sehr zu bedauern, dass die Größenangabe der so gebildeten fehlt.

3) Unrichtig ist, dass Harting die Zwillingskörper als Conostaten bezeichnet. Letzteres sind die halbkugligen in einen Trichter auslaufenden Schwimmkörperchen. Auf ein sorgfältiges Studium der Harting'schen Arbeit lässt dies nicht schließen.

4) Neu ist ferner, dass das Innere der größeren Kugeln nicht selten von einer Luftblase eingenommen werde. Allerdings erwähnt Harting p. 11 und bildet Pl. III, Fig. 3*b*, *b* ab, dass ganz kleine Körperchen ein sehr kleines, stark lichtbrechendes Kernchen enthalten können, welches vielleicht von der Entwicklung eines Bläschens von Kohlensäure herrühren könnte. Auch ich habe in Fig. 3*g* ein solches Körper-

chen abgebildet, das nur ca. 4 μ Durchmesser hat; sein ganz schwach lichtbrechendes Kernchen wenig über 1 μ. Bei solchen Dimensionen ist nicht zu entscheiden ob es sich um einen Luftraum oder einen mit einer anderen schwach lichtbrechenden Substanz ausgefüllten Hohlraum handelt. Bei größeren Kugeln ist mir nie Etwas entgegengetreten, was auf eine centrale Luftblase gedeutet werden könnte: auch die Harting-schen Abbildungen ergeben dergleichen nicht.

5) Es war keine Veranlassung, statt der von Harting eingeführten Bezeichnung Calcoglobulin für die noch einigermaßen hypothetische Albuminmodifikation, welche durch die Verbindung mit dem kohlensauren Kalk, aber auch schon durch den Kontakt mit Chlorcalcium entstehen soll, den Ausdruck »Conchyolin« zu gebrauchen. Dass ich letztere für die präexistirenden Eiweißmembranen halten muss, ist schon erwähnt.

Über die feinere Struktur der erhaltenen Produkte erwähnt Steinmann nichts. Es ist zu bedauern, dass dem gegenüber bei dem Fehlen von Zeichnungen und dem gänzlichen Unterlassen irgend welcher Dimensionsangaben man Manchem mit gewissen Zweifeln gegenübersteht. Vielleicht hätte meine im Zool. Anz. v. 1887, Nr. 252 u. 253 erfolgte Publikation, wenn Steinmann dieselbe gekannt hätte, Veranlassung sein können, etwas tiefer in den Gegenstand einzudringen.

Leider weiß ich bei dieser Sachlage seine Andeutungen nicht zu verwerthen, wollte sie aber doch erwähnen. Eben so wenig kann ich auf die Meinungen eingehen, welche er über die Bildung der Molluskenschalen äußert. Sie knüpfen zu wenig an Thatsachen an.

Auf die fernere Meinung über die Entstehung der marinen Kalksteine und Dolomite als Niederschlag aus löslichen Kalksalzen durch kohlensaures Ammoniak, welches sich aus der Zersetzung thierischer Organismen entwickelt habe, gehe ich nicht ein, da dies gänzlich von meinem Thema abführen würde. Ich darf nun zu den Resultaten meiner eigenen Versuche übergehen.

In ein parallelopipedisches Glasgefäß von 20 cm Länge und 4,5 cm Breite wurde das Weiße von zwei frischen Hühnereiern gethan und oberflächlich zerrührt. In dieses wurde an der einen schmalen Seite getrocknetes Chlorcalcium, an der anderen schmalen Seite Natronbikarbonat, beides in gröblicher Zerkleinerung und in weißes Fließpapier einfach eingeschlagen, gebracht.

Ein nach acht Tagen entnommenes Pröbchen enthielt schon ziemlich große — bis 35 μ Durchmesser — Calcosphäriten, aber mit höckriger Oberfläche: auch eine große Zahl kleiner, bis unter 5 μ heruntergehender Körperchen. Letztere nur selten mit erkennbarer Schichtung:

Alles durch die nicht abgewaschenen Eiweißmembranen in einem gewissen Zusammenhang.

Nach vierzehn Tagen vom Beginn des Experimentes wurde wieder ein Probestück von der sich in der Nähe des Chlorcalciums ansetzenden Masse entnommen, oberflächlich mit destillirtem Wasser abgewaschen und mit Goldchlorid gefärbt. Auf das Resultat komme ich zurück.

Stückchen der Kruste, die sich auf der Oberfläche gebildet hatten, waren schon einige Tage vorher entnommen. Schon jetzt bemerke ich, dass sie wesentlich aus eigenthümlichen halbkugeligen, in einen Becher auslaufenden Körperchen bestanden, welche Harting als Conostaten bezeichnet hat. Sie waren aber noch wenig entwickelt, von nur ca. 26 μ Durchmesser, bildeten keine zusammenhängende Kruste, sondern ließen erhebliche Lücken, welche durch eine in Goldchlorid sich schnell und stark in Purpur färbenden Membran ausgefüllt waren.

Endlich wurde nach 17 Tagen vom Beginn des Versuchs derselbe beendet. Der ganze Inhalt des Gefäßes wurde thunlichst in vier Theile fraktionirt.

1) Die schwimmenden Krusten, mit großen, vollständig entwickelten Conostaten. Der Kürze halber werde ich diese weiterhin mit α bezeichnen.

2) Die am Chlorcalcium abgesetzte Masse. Es ergiebt sich, dass diese der bei Weitem größte Theil des ganzen Produktes ist. Ich bezeichne dieselbe mit β.

3) Die übrige Flüssigkeit nach Entfernung einer voluminösen, noch im Zusammenhang befindlichen Eiweißmasse, aus welcher sich nach der nun zu beschreibenden Behandlung nur ein sehr geringes Produkt ergab. Ich werde dasselbe mit γ bezeichnen.

Harting schreibt vor, die Produkte, bevor sie getrocknet in Kanadabalsam gelegt werden, mit viel Wasser zu behandeln, um sie »so viel als möglich« von dem anhängenden Eiweiß oder anderen organischen Substanzen zu befreien. Vielleicht habe ich dies zu buchstäblich genommen. Da sich das Weiße der Hühnereier auch nach mehrtägiger Einwirkung von Wasser nicht eigentlich löst, sondern eine zusammenhängende Masse bleibt, habe ich die zu reinigenden Produkte β und γ nach Zusatz von Wasser gründlich mit einem Borstenpinsel bearbeitet und wiederholt mit frischem Wasser übergossen und dekantirt, bis die Flüssigkeit nicht mehr schäumte, und das Eiweiß vollständig entfernt war. Natürlich wurde α, um den Zusammenhang der Krusten nicht zu sehr zu zerstören, nur vorsichtig mit Wasser abgewaschen.

4) Auf dem Grunde des Gefäßes befand sich ein so fest adhäri-

render Bodensatz, dass er durch Behandlung mit dem Borstenpinsel gewonnen werden musste. Ich bezeichne ihn mit δ.

Bevor ich zur Beschreibung der gewonnenen Produkte übergehe, will ich ein zweites Experiment erwähnen. Einer der von HARTING gegebenen Vorschriften ungefähr entsprechend, wurde in eine weithalsige Flasche mit eingeriebenem Stöpsel das Weiße eines Hühnereies gebracht, und ein gleiches Volum koncentrirter Lösung von Chlorcalcium zugesetzt. Diese sollten »gemischt« werden (vgl. a. a. O. Experiment 1 und 2 p. 10 u. 11). Eine Mischung war auch durch anhaltendes starkes Schütteln nicht zu bewirken. Die Eiweißhülle ist eben keine Flüssigkeit, die sich mit anderen Flüssigkeiten mischen ließe, sondern ein komplexes, aus Membranen, deren Maschen allerdings Flüssigkeit enthalten, bestehendes Gewebe. Das Eiweiß blieb als eine zusammenhängende Masse auf der Chlorcalciumlösung schwimmend. Es wurde nun gründlich mit der Schere zerschnitten, und dadurch eine theilweise Mischung erzielt. Einzelne Eiweißklümpchen fielen aus derselben noch zu Boden.

Es wurde nun getrocknetes, gröblich zerkleinertes Natronbikarbonat in weißes Fließpapier eingeschlagen in die Flüssigkeit gebracht, in welche sich diese Kapsel ziemlich tief einsenkte. Die Flasche wurde mit dem Stöpsel fest verschlossen. Auf der Oberfläche zeigten sich nach einiger Zeit Membranen, welche allmählich zu Boden fielen. Nach drei Wochen begann Schimmelbildung. Der Versuch wurde abgebrochen, und der Inhalt der Flasche fraktionirt und mit Wasser behandelt. Überall zeigten sich Fetzen von Membranen, dicht mit Körnchen von $^1/_2$—$^1/_3$ μ Größe besetzt: nirgends größere Calcosphäriten.

Diesen somit misslungenen Versuch habe ich nur erwähnt, weil er auf die Rolle hinweist, welche das Eiweiß beim Gelingen des Versuchs spielt. Der HARTING'sche Ausdruck »Mischen« ist wohl ein missverständlicher. Wäre die Mischung des Eiweiß mit der Chlorcalciumlösung nicht durch das Zerschneiden des ersteren erzwungen und die Kapsel mit dem Natronbikarbonat auf die Eiweißmasse gelegt, so wäre der Zweck: die Verlangsamung der Berührung beider Salze, vermuthlich erreicht worden.

Ich gehe zur Beschreibung der erlangten Calcosphäriten über, wobei es sich wesentlich um Erläuterung der Abbildungen handelt, die, wo Anderes nicht angegeben, sämmtlich nach in Kanadabalsam liegenden Objekten bei durchfallendem Licht entworfen sind. Bei deren Herstellung konnte leider nicht durchgehend derselbe Maßstab gewählt werden. Bei komplicirtem Bau kleinerer Objekte muss die Zeichnung, um deutlich zu sein, in stärkerer Vergrößerung, als der angewendeten, ausgeführt werden. Was sich z. B. bei 600facher Vergrößerung auf 25 cm Sehweite ganz gut beobachten lässt, gestattet die Technik der Zeichnung erst bei 1200facher Vergrößerung in derselben genau darzustellen. Die größeren Objekte aber, deren Durchmesser bis über 200 μ geht, in so großem Maßstabe zu zeichnen, würde kaum ausführbar gewesen sein. Um die Größenverhältnisse etwas übersichtlicher zu machen, und das ermüdende Nachschlagen in der Figurenerklärung zu beschränken, sind desshalb neben den Figuren die wirklichen Größen und der Maßstab der Zeichnung angegeben.

Was die farbigen Figuren betrifft, so war bei Wiederholung der Harting'schen Experimente mein ursprüngliches Ziel, die Produkte der Färbung mit Goldchlorid und anderen Färbemitteln zu unterwerfen, um die Resultate mit denjenigen zu vergleichen, welche sich bei den Eischalenüberzügen ergeben hatten. Letztere gingen, wie ich hier kurz bemerke, dahin, dass Goldchlorid in die Überzugskörperchen schnell eindrang, ihren Mittelpunkt und ihre inneren Schichten lebhaft färbte und dort gewisse Strukturverhältnisse bloßlegte, während die äußeren Schichten entweder ganz farblos oder verhältnismäßig schwach gefärbt blieben, woraus ich schloss, dass eine eigenthümliche, auf Organisation beruhende Verbindung der Kalksalze mit der thierischen Substanz bestehen müsse, welche die chemische Aktion des kohlensauren Kalks wesentlich modificire. Die Färbung durch eine wässerige Lösung von Methylgrün war eine zweifelhafte, jedenfalls schwache. Die Harting'schen Körperchen färben sich dagegen in Methylgrün in blau oder violett stark, aber in so fern unregelmäßig, als in demselben Präparat ungefärbte neben stark gefärbten Körperchen bleiben.

Zur Goldfärbung ist gewöhnlich eine wässerige Lösung von säurefreiem Goldchlorid, die circa $^1/_{1000}$ Gold enthielt, angewendet. Die Länge der Einwirkung ist entscheidender als geringe Unterschiede im Goldgehalt. Man erkennt die genügende Einwirkung schon an der Gelbfärbung. Auch Goldchlorid-Natrium ist mit gutem Erfolg verwendet. Die Purpurfärbung scheint später einzutreten, aber schöner zu werden. Auch ist es bequemer, da man es in Krystallform in den Apotheken erhält, also den Goldgehalt der zu verwendenden Flüssigkeit leicht regeln kann. Indess habe ich als Regel Goldchlorid angewendet, da dieses bei den Eischalenüberzügen geschehen war, und es auf die Identität des Verfahrens ankam.

Wesentlich handelte es sich darum, festzustellen ob und wie die Goldfärbung auch in das Innere der Harting'schen Körperchen eindringe. Die Oberfläche färbt sich fast immer, und ist die Färbung intensiv, so ist es schwer zu beurtheilen, ob sie auch in das Innere gedrungen ist, wo sich häufig ein dunkler Kern befindet, z. B. wie bei Fig. 13 *a*. Um dieses zu entscheiden, habe ich dasselbe Objekt gleichmäßig von unten und oben beleuchtet. Dies Verfahren, welches das Hell und Dunkel der Refraktionseffekte eliminirt, ist sehr geeignet, um auch feinere Färbungen deutlich erkennen zu lassen, und in Cabanis' Journ. für Ornithologie, Jahrg. XXX, Nr. 159, Juli 1882 und meinen Untersuchungen von Eischalen ausführlich beschrieben. Neben Fig. 13 *a* ist derselbe Calcosphärit unter *b* in dieser Beleuchtung abgebildet. Die gleichmäßige, nur am Rande stärker erscheinende Farbe zeigt, dass das Innere wenigstens nicht stärker gefärbt ist.

Die deutlichsten Resultate ergeben sich, wenn ein Portiönchen vorher recht stark bis überstark gefärbter Körperchen fein zertrümmert wird, was durch Zerdrücken in einem Agatschälchen leicht geschieht. Werden sie nun in Kanadabalsam gelegt, so zeigen sich einzelne so feine Splitter von passender Form, dass sie deutlich erkennen lassen, wie nur eine äußere Schicht stark gefärbt ist, und eine nur schwache Färbung zuweilen in geringem Maße in das Innere eindringt (Fig. 15, 16 und 17).

Der Versuch, innere Strukturverhältnisse dadurch hervortreten zu lassen, dass Körperchen, nachdem sie zertrümmert waren, mit Goldchlorid behandelt wurden, misslang. Die Bruchflächen färbten sich schwach und gleichmäßig, wie dies auch bei Marmorsplittern und Kreidestückchen oberflächlich eintritt, wenn sie mit säurefreiem Goldchlorid behandelt werden. Danach ist anzunehmen, dass bei den von mir dargestellten Körperchen der äußeren sich so stark färbenden Schicht ähnliche im Inneren nicht vorkommen.

Schon Fig. 16 *b* lässt erkennen, dass diese stark gefärbte Außenschicht nicht starr ist, sondern gewissermaßen eine biegsame Membran darstellen kann. Dies zeigt Fig. 25 und 26 noch bestimmter. Sie stellen vergoldete Körperchen dar, welche mit schwacher Kalilauge mäßig erhitzt und dann in Wasser beobachtet sind. Es hat sich eine Schicht, welche man doch nur als eine Membran bezeichnen kann, stark gequollen abgehoben. Leider sind solche Präparate in Glycerin nicht zu konserviren, da darin die Membran wieder zusammenschrumpft.

Schon früher wurde erwähnt, dass ich 14 Tage nach Beginn des Versuchs eine Probe entnommen, diese nur flüchtig mit destillirtem Wasser abgewaschen und dann mit Gold gefärbt hatte. Hier zeigen sich auch nach dem Einlegen in Kanadabalsam (Fig. 18) vielfach membranöse oder faserige Anhänge an den Calcosphäriten, welche ich für aus den ursprünglich vorhandenen Eiweißmembranen entstanden halte. Vergleich mit Fig. 16 *b* legt wenigstens die Frage nahe: ob bei fortschreitender Entwicklung dieser kleinen Körperchen jene sie theilweise bekleidenden Membranen Theile derselben werden, und so zu der koncentrischen Schichtung beitragen könnten? Ich möchte diese Frage verneinen, weil erstens ich mir einen Vorgang, durch welchen sich auf diese Weise geschlossene koncentrische Schichten bilden könnten, nicht vorstellen kann, zweitens Harting aus Galle, also einer membranfreien Flüssigkeit, Calcosphäriten mit derselben Schichtung erhielt (Taf. III, Fig. 7), als er sie aus Eiweiß abbildet (Taf. I, Fig. 4).

Wie meine Zeichnungen ergeben, weichen diese allerdings in der Darstellung der Schichtung wesentlich von den Harting'schen, namentlich dem großen Calcosphärit *a* der eben erwähnten Figur, ab. Wo ich Schichtung sehe, finde ich stets, dass diese darin besteht, dass die Schichten verschiedene Brechungsindices haben und sich hierdurch, selten durch scharfe Linien abgrenzen. Die Harting'schen Zeichnungen machen dagegen den Eindruck, als ob eine gleichartige Masse durch Solutio continuis in koncentrische Kapseln gesondert sei. Dem entspricht auch der Text wenigstens theilweise p. 13 am Schluss: »Quelque fois ces couches ont des contours bien circonscrits (*a*), comme s'il y-avait une veritable interruption dans la substance, mais souvent elles ne se distinguent que par une légère difference dans la refraction de la lumière transmise, sans être bordées par des contours distincts (*t*).«

Leider kann ich *t* (Taf. I, Fig. 4) nicht auffinden, also nicht beurtheilen, wie in den Harting'schen Abbildungen diese Verschiedenheit der Brechungsindices dargestellt ist. Bei den meinigen ist es der Natur entsprechend durch helleren und dunkleren Ton geschehen und, wo dies nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, bei hoher Einstellung gezeichnet, denn es darf nicht vergessen werden, dass die bei hoher Einstellung heller erscheinenden stark lichtbrechenden Schichten bei tiefer Einstellung die dunkleren werden und umgekehrt. Die Technik der Zeichnung gestattet leider nicht, diese Abtönung in derjenigen Zartheit darzustellen, welche sie in der Natur besitzt. Der Deutlichkeit halber müssen die tieferen Töne dunkler wiedergegeben werden, als sie bei guter Beleuchtung in der Natur sind. Ich glaube nicht, dass meine Präparate sich wesentlich von den Harting'schen in dieser Beziehung unterscheiden, da sie sonst fast bis in die kleinsten Einzelheiten übereinstimmen. Die schärfere Abgrenzung der Schichten, und dass ich niemals eine so große Zahl derselben (25, 30 und noch mehr) erhielt, mag ja besondere Gründe haben. Noch wichtiger ist mir aber folgende Differenz. Harting zeichnet die radiäre Streifung so, dass zarte gerade Linien ununterbrochen von der Peripherie nach dem Centrum laufen und nirgends durch die Schichtung unterbrochen werden, und der Text

p. 14 und 50 spricht aus, dass es sich um eine Vereinigung von Pyramiden handle, die um ein gemeinsames Centrum gruppirt seien. Dieses werde bestätigt durch die Erscheinung kleiner polygonaler Feldchen auf der Oberfläche einiger Calcosphäriten: abgebildet Taf. III, Fig. 2. Das Fehlen der radiären Streifung bei den kleinen Calcosphäriten beweise nicht, dass deren Struktur homogen und amorph sei. Die Prismen seien dort nur äußerst dünn, namentlich im Mittelpunkt, und desshalb auch bei der stärksten Vergrößerung nicht zu erkennen. Um Krystallisation handle es sich hierbei nicht.

Hiergegen habe ich Mancherlei zu bemerken. Erstens sehe ich die radiäre Streifung schon mit so schwachen Objektiven als C von Zeiss. Dann habe ich niemals diese vom Centrum zur Peripherie durchgehenden Linien mit pyramidalen Zwischenräumen auch mit den stärksten Objektiven verfolgen können. Es ist entweder eine feine Strichelung, welche im Allgemeinen radiär gerichtet ist und gegen die Peripherie eben so eng steht, als gegen das Centrum, oder es sind gröbere und längere, aber keineswegs geradlinig verlaufende Streifen. Es giebt Fälle, wo in ziemlich kleinen, übrigens homogen erscheinenden Calcosphäriten vom Centrum aus bis nicht ganz an die Peripherie stark von der radialen Richtung abweichend einige, z. B. vier Fasern verlaufen, welche stärker lichtbrechend als die Grundsubstanz sind, also nur als der Anfang einer Krystallisation gedeutet werden können.

Wären in den kleinen Körperchen die vermeintlichen Prismenbegrenzungen nur wegen der Dünne der Prismen nicht sichtbar, so müsste dies eben so im Centrum der größeren und mittleren Körper der Fall sein; aber gerade bei letzteren ist, meist vom Centrum ausgehend, die radiäre Streifung dort deutlicher als an der Peripherie, falls nicht, wie zuweilen, ein dunkler Kern vorhanden ist.

Die auf Harting's Taf. III, Fig. 2 abgebildete Felderung der Oberfläche habe ich so nie gefunden. Sie mag vorkommen, da rauhe, höckerige Oberfläche etwas Häufiges ist und dieses sich je nach der Größe der Höckerchen und der Regelmäßigkeit, mit welcher sie die Oberfläche besetzen, in der verschiedensten Weise geltend machen kann. Ich habe sie stets unregelmäßiger und gröber gesehen. Dagegen ist das in Fig. 19 abgebildete Vorkommen häufig: dass nämlich beim allmählichen Heben des Tubus auf dem Scheitel des Körperchens eine deutliche und ziemlich regelmäßige helle Punktirung auf dunkelm Grunde erscheint, welche bei weiterer Hebung dunkel auf hellem Grunde steht (Fig. 19 *B*) und auf Grübchen zu deuten wäre, wenn nicht die sich im Profil zeigende Glätte der Oberfläche diese Deutung ausschlösse. Es müssen also schwächer lichtbrechende Körnchen oder Prismen sein.

Diese wären, wie in der Zeichnung von *A* angedeutet, in der äußeren Schicht enthalten; da letztere aber kaum 3 μ dick ist, dort nicht mit Sicherheit zu entscheiden, welches von Beiden vorliegt. Bei Calcosphäriten, welche diese charakteristische äußere Schicht besitzen, ist diese Punktirung als Regel nachweisbar; indess kommen auch Fälle vor, wo ohne dass diese dünne Schicht abgegrenzt ist, die Peripherie ein ähnliches Bild zeigt (Fig. 19 *C*), so dass eine gewisse Beziehung zu der allgemeineren radiären Streifung kaum zurückzuweisen ist, und dieselbe Punktirung, wie sie bei *B* gezeichnet ist, bei Einstellung auf den Scheitel des Körperchens hervortritt. Ohne diese Bilder deuten zu können, musste ich sie doch erwähnen, zumal sie einer als Regel anzunehmenden Felderung der Oberfläche direkt entgegenstehen. Allerdings spricht auch Harting p. 14 von kleinen Prismen der äußeren Schicht, welche den radiären Fasern entsprechen und das Irisiren veranlassen sollen. Solche würden aber den Lichteffekt von Höckern und nicht von Grübchen machen.

Dass es sich bei der radiären Streifung der Calcosphäriten in der That um Krystallisation handelt, dürfte aus Folgendem noch bestimmter hervorgehen.

Ein Portiönchen, aus den verschiedenen beim Hauptversuch gewonnenen Produkten zusammengesetzt, wurde im Platintiegel mit starker Kalilauge gekocht, und der Wasserverlust von Zeit zu Zeit ersetzt. Nach einer halben Stunde wurde die Lauge abgegossen und destillirtes Wasser zugesetzt, um den Rückstand auszuwaschen. Die Einwirkung des Kali zu mäßigen, war nicht bedacht, da die Körperchen in den Eischalenüberzügen so resistent gegen Kalilauge sind, dass man diese in schärfster Weise anwenden muss, um die Grundsubstanz so weit zu lösen, dass die Körperchen isolirt werden. Bei den Harting'schen Körperchen zeigte sich jetzt schon der größte Theil vollständig zerfallen. Auf dem zugesetzten Wasser bildete sich ein Schwimmhäutchen, das sich auch nach 12 Stunden noch nicht gesenkt hatte. Es bestand größtentheils aus Büscheln von feinen Nädelchen, die sich spurlos in Essigsäure lösten. Der geringe Bodensatz bestand aus durch die Lauge stark angefressenen, theils gänzlich desaggregirten Harting'schen Körperchen. Beim Legen in Glycerin genügte der Druck des Deckglases, um die Reste in Haufwerke von Nadeln und unregelmäßigen Stückchen zerfallen zu lassen. Hier sind also bei Auflösung der Grundsubstanz durch die Kalilauge die in derselben enthaltenen Krystallnädelchen (kohlensaurer Kalk) isolirt, also ihr Vorhandensein nachgewiesen. Die eckigen, mehr den Eindruck von Krystallen machenden Körperchen, welche, wie später erörtert werden wird, ebenfalls die radiäre Streifung zeigen, verhalten sich ganz so wie die Calcosphäriten.

Bei den radiär gestreiften Calcosphäriten weisen auch die Resultate der Färbung mit Methylgrün darauf hin, dass in eine tingirbare Grundsubstanz Krystallnädelchen eingebettet sind. Man vergleiche hierzu namentlich Fig. 7, 8 und 9. Und zwar bestätigen unbefangene und geübte Beobachter, welche diese Präparate mit neueren guten Systemen homogener Immersion gesehen haben, dass es die Grundsubstanz ist, welche sich gefärbt hat, während feine schmale Einschlüsse ungefärbt geblieben sind. Wie könnten derartige Färbungen eintreten, wenn wirklich die Streifen nur die Grenzlinien gleichartiger spitzer Pyramiden wären?

In dem Splitter Fig. 8 ist zugleich sehr schön zu bemerken, dass die koncentrischen Schichten, wie ihre Lichtbrechung verschieden ist, sich auch durch Methylgrün verschieden stark färben. Es kann wohl nicht bezweifelt werden, dass die sich stärker färbenden mehr Eiweiß enthalten, die schwach oder gar nicht gefärbten mehr Kalksalze und dass letztere zugleich die stärker lichtbrechenden sind.

Wegen dieser Färbungen muss noch bezüglich Fig. 10 bemerkt werden, dass Methylgrün zwar tiefer in die Calcosphäriten eindringt als Goldchlorid, dass aber eine Färbung des Centrums der Regel nach nicht stattfindet. Bei Fig. 10 ist allerdings ein stark gefärbter Kern vorhanden, aber man sieht deutlich, dass es Spalten sind, welche dieses ausnahmsweise Vorkommen veranlasst haben.

Fig. 23 und 24, welche auf Platinblech schwach geröstete Körperchen darstellen, ergeben wiederum die verschiedene Beschaffenheit der Schichten, und zwar bei Fig. 23 auch in radiärer Richtung, was wiederum mit der Harting'schen Auffassung nicht stimmt. Die eiweißhaltigeren Schichten müssen sich bei diesem mäßigen Hitzegrad stärker bräunen (vgl. Erklärung der Abbildungen).

Harting hat schon festgestellt, dass bei Lösung des kohlensauren Kalks mit Essigsäure die Gestalt und die koncentrische Schichtung unverändert bleibt. Vermuthlich ist Letzteres nur unbeschadet dessen zu verstehen, dass sich das Verhältnis der Schichten dahin umkehrt, dass die früher stärker lichtbrechenden nun die schwächer lichtbrechenden werden. Dieses durch den Versuch zu beweisen, ist allerdings schwierig. Die mit Essigsäure entkalkten Körperchen bildet Harting (Taf. I, Fig. 3′ und 4′) so ab, dass allerdings die häufig vom Centrum ausgehenden Spalten noch bemerkbar bleiben, nicht aber die eigentliche radiäre Streifung. Im Text habe ich hierüber keine Bemerkung finden können. Stellten die radiären Streifen wirklich die Grenzen, die Solutio continuis zwischen den von ihm angenommenen Pyramiden dar, so wäre nicht recht abzusehen, wodurch sie bei Entfernung des Kalkgehaltes verschwinden sollten. Es kann indess nicht zugegeben werden, dass sie stets und vollständig verschwinden. Undeutlicher werden sie wohl immer, und wo sie bleiben, sind sie schwieriger von den einzelnen, vom Centrum ausgehenden Spalten zu unterscheiden. Dies harmonirt mit meiner Auffassung. Die durch Auflösung ganz feiner Krystallnadeln in einer schwächer lichtbrechend gewordenen Substanz entstehenden Lücken können sich der Beobachtung entziehen, und wo gröbere Krystalle Lücken gelassen haben, ist der Effekt dem der vorher existirenden Spalten ähnlicher.

Die Entkalkung vorher mit Goldchlorid gefärbter Körperchen bietet nichts Besonderes dar.

Bei der Erörterung der Entstehungsphasen der Körperchen habe ich auf mehrere dieser Figuren zurückzukommen. Zunächst bedürfen die nicht kugelförmigen Körperchen der Berücksichtigung.

Zwillinge, d. h. theilweis verwachsene Calcosphäriten, so wie ganze Reihen oder Lagen von solchen, hat Harting beschrieben und abgebildet. Ihnen sind noch die Drillinge und die zu unregelmäßigen Klumpen verwachsenen hinzuzufügen. Ich gebe einige Abbildungen von Zwillingen in Fig. 14, 26 und 27 *F* und *G*. Diese Verwachsungen haben darin eine Bedeutung, dass sie erweisen, wie im Ganzen die Vergrößerung der Calcosphäriten durch Schichtenansatz von außen stattfindet. Übrigens kommen doch Fälle vor, wo solche semmelförmige Körper nur einen gemeinsamen Kern haben. Auch Harting bildet solche Vorkommnisse Taf. I, Fig. 4 *l*; Taf. II, Fig. 15 *d* und Taf. III, Fig. 8 *e* ab. Meine Fig. 2 *a* deutet vielleicht auf ihre freilich nicht ganz verständliche Entstehung hin: auf eine andere mögliche Beziehung komme ich später zurück.

Besonderes Interesse nehmen in Anspruch die eigenthümlichen Fig. 19 *c* und Fig. 27 und 28 abgebildeten Gestalten. Sie kommen häufig vor. Bei Harting sind mehrere abgebildet. Außer Taf. I, Fig. 4 *n* und *p* rechne ich auch *m* und *m'* derselben Figur dazu. Am deutlichsten ist die Gestaltung bei meiner Fig. 27 *B* ausgeprägt. Bei *A*, *C* und *D* derselben Figur scheint mir das Übereinandergreifen der inneren Linien nur auf Perspektive zu beruhen. Sie liegen in verschiedenen Ebenen. Ich habe die bei höherer Einstellung in den Focus tretenden mit α, die tiefer liegenden mit β bezeichnet. In einzelnen Fällen sieht man bei ganz hoher Einstellung von den Polen aus eine Art Wulst um das ganze Körperchen herumgehen, z. B. bei meiner Fig. 28. Auch Harting bildet einen solchen Wulst auf seiner Taf. I, Fig. 4 *m'* ab. Auch hier ist die

Mannigfaltigkeit so groß, dass sich bei erneutem Durchsuchen der Präparate immer wieder Neues findet. Das in Fig. 27 *E* Dargestellte schien der Beachtung werth. Das Körperchen liegt in Glyceringallerte. So tritt die Refraktion stärker hervor, als dies in Balsam der Fall sein würde. Als Kern erkennt man ein ganz regelmäßig in der Form von Fig. 27 *B* ausgebildetes Körperchen. Die äußere Schicht lässt bei aller Unregelmäßigkeit doch noch Andeutungen dieser Form erkennen. Die im Inneren vorhandenen beiden dunklen Streifen entstehen durch die Refraktionswirkung eines Wulstes, welcher sich beim Senken des Tubus auf der unteren Seite des Körperchens deutlicher erkennen lässt.

Man sieht, dass es sich bei der Gestalt, die hier der Kern hat, nicht um zufällige Unregelmäßigkeiten handelt, sondern dass sie auf bestimmten Bildungsgesetzen beruhen muss, für welche mir aber der Schlüssel gänzlich fehlt. Als auffallend muss ich noch bemerken, dass Zwillinge vorkommen, in welchen ein gewöhnlicher Calcosphärit einer solchen eigenthümlichen Gestalt verwachsen ist. Fig. 27 *F* ist die Abbildung eines solchen. Die mit α und β bezeichneten, um den Gesammteffekt nicht zu stören, schwach angegebenen Linien erscheinen beim Heben des Tubus als Grenzen eines auf der Oberfläche liegenden Wulstes. Fig. 27 *D* ist ein zweiter ähnlicher Zwilling.

Dieser eigenthümlichen Gestalten erwähnt Harting im Text nur kurz, und zwar als zu den Zwillingen gehörig, aber auch einen Übergang zu krystallähnlichen bildend. (Parmis ces corps doubles il y en a plusieurs, qui ont un aspect singulier, rendu dans les figures *m m'* et *n*. La dernière de ces figures indique un passage aux formes *p, p* qui ressemblent deja à des cristaux. p. 17.) Auf diese nur so kurz erwähnten krystallähnlichen Körperchen komme ich ausführlich zurück. In und zwischen meinen Fig. 27 und 28 und den eigentlichen Calcosphäriten, mit denen sie ja auch in Bezug auf Schichtung, radiäre Streifung und sonstiges Verhalten übereinstimmen, finden ganz allmähliche Übergänge statt. Auf diesem Untersuchungsfelde findet sich eben Vieles, das einfach zu registriren ist, in der Hoffnung, dass sich später vielleicht das Warum besser einsehen lässt.

Das gilt auch von den bei Harting Taf. II, Fig. 18 abgebildeten hakenförmigen Ansätzen. Die auf Taf. III, Fig. 1 *a* gehören, wenn auch weniger auffallend, dazu. Diese sehr auffallenden von Calcosphäriten und Conostaten ausgehenden, krummen, spitzen, hornförmigen und unter Umständen mit ihrer Länge den Durchmesser des Körperchens, an welchem sie sitzen, weit überschreitenden Bildungen hat Harting nur erhalten, indem er die Eiweißmasse, mit welcher er operirte, in einer konstanten Temperatur von 7—8° erhielt (Exper. 9, p. 23). Die auf

Taf. III abgebildeten entstanden in einer Mischung von Gelatine mit Eiweiß, welcher einerseits Chlorcalcium mit etwas schwefelsaurer Magnesia, andererseits Natronbikarbonat mit etwas phosphorsaurem Natron zugefügt wurden.

Mein Versuch ergiebt, dass diese besonderen Verhältnisse nicht die nothwendige Bedingung zur Bildung solcher Gestalten sind, denn ich erhielt eine ziemliche Anzahl derselben, ohne Anderes als Hühnereiweiß mit Chlorcalcium und Natronbikarbonat anzuwenden, und mein Versuch fand im Winter in einem geheizten Wohnzimmer, dessen Temperatur keine konstante war, sondern sich in der Nacht um mehrere Grade erniedrigte, statt.

Einige der dargestellten Körper sind Fig. 29, 30, 31 und 32 abgebildet: bei Fig. 30 *a* und *b* gelang es, durch Rollen in dem noch weichen Balsam denselben Körper von zwei verschiedenen Seiten zu betrachten. HARTING hat schon festgestellt, dass auch bei der Entkalkung mit Essigsäure diese Hörnchen oder Stacheln, eben so wie die Körperchen, von welchen sie ausgehen, ihre Form behalten. Ich kann, wie Fig. 31 zeigt, hinzufügen, dass sie sich auch bei der Färbung durch Goldchlorid dem Körperchen, zu welchem sie gehören, ähnlich verhalten.

Ich mache noch auf Fig. 20 aufmerksam. Als ich Fig. 20 *A* beobachtete und zeichnete, waren mir die scheinbar henkelförmigen Ansätze unerklärlich. Ich musste mich begnügen, sie in der Zeichnung möglichst genau wiederzugeben. Eine der Schwierigkeiten dieser Untersuchungen liegt ja darin, dass nur ein stark lichtbrechendes Medium die nähere Einsicht in die innere Struktur gestattet, und dass der als solches benutzte Kanadabalsam selten ermöglicht, das betreffende Objekt in mehreren Richtungen zu betrachten, was zur sicheren Beurtheilung mancher Gestaltungen nothwendig werden kann. Leider bin ich erst spät darauf gefallen, Anisöl als Medium zu verwenden, wo es eher gelingt, die Körperchen ihre Lage verändern zu lassen. Die Konservirung solcher Präparate ist dann allerdings schwierig.

Der vorliegende Fall wurde dadurch deutlicher, dass ich später ein ganz ähnliches Körperchen fand, welches, so weit zum Vergleich erforderlich, in Fig. 20 *B* skizzirt ist. Hier ist dadurch, dass es in reinem Profil erscheint, evident, dass der Ansatz einer dieser kürzeren gekrümmten Stachel oder Hörnchen ist, was bei *A* durch die Perspektive undeutlich blieb. Zugleich ergiebt diese Fig. 20 *B*, dass sogar die Schichtung der Calcosphäriten sich in das Hörnchen fortsetzt, zugleich aber, dass sich dieses Hörnchen erst aus der zweiten Schicht von außen her gerechnet gebildet hat, und der Calcosphärit bis zu deren Bildung einfach kugelförmig war.

Nun finden sich aber, obschon in meinen Präparaten viel seltener, gerade Stacheln vor, und zwar an den eckigen mehr Krystallen ähnlichen Körperchen. In Fig. 33 ist ein solches Vorkommen abgebildet. Das Körperchen erscheint als eine rhombische Platte, die einen undeutlichen dunklen Kern und schwache radiäre Streifung zeigt, und deren eingebogene Kanten und Ecken gebrochen sind. Außer dem etwas größeren Stachel, der von der unteren Ecke ausgeht, zeigt sich bei hoher Einstellung ein zweiter kleinerer, von der oberen Kante ausgehender. Ein zweites ähnliches Körperchen, bei welchem aber der eine ebenfalls an einer der spitzeren Ecken vorhandene Stachel die doppelte Länge des Körperchens hatte, ist beobachtet, leider nicht gleich genau gezeichnet.

Der Umstand, dass an diesen mehr geradlinigen Körperchen die Stacheln gerade, an den runden Körperchen gekrümmt, und zwar der Regel nach in annähernd ein und derselben Richtung gekrümmt sind, scheint der Beachtung werth. Anknüpfung an solche Punkte giebt vielleicht einige Hoffnung, den Bildungsgesetzen so sonderlicher Gestalten näher zu kommen.

Das letzte Objekt führte schon in die Reihe der Krystallformen sich wenigstens annähernden Körperchen. HARTING scheint sich nicht eingehend mit denselben beschäftigt zu haben, erwähnt ihrer indess zutreffend als nur krystallähnlich im Gegensatz zu wirklichen — mir allerdings nicht begegneten — Krystallen, und bildet Einiges, so weit es der kleine Maßstab gestattet, charakteristisch ab (Taf. II, Fig. 4 *p* u. *p'*).

Nach der Richtung seiner Arbeit mussten ihn die den organischen Gestalten ähnlicheren mehr interessiren. Vielleicht sind sie auch in seinen Präparaten nicht so zahlreich enthalten gewesen, als in den meinigen, wo sie in erheblicher Zahl vorkommen.

Bevor ich die Fig. 34—42 näher erörtere, schicke ich voraus, dass alle solche Körperchen sich bei Behandlung mit Essigsäure genau so verhalten wie die eigentlichen Calcosphäriten, wie diese Goldfärbung der Oberfläche annehmen können, was aber noch öfter als bei jenen aus Mangel einer tingirbaren Hülle nicht eintritt, dass sie radiäre Streifung gewöhnlich zeigen und auch Kerne und koncentrische Schichtung vorkommen können. Dies Alles entspricht dem Charakter eigentlicher Krystalle wenig. Betrachten wir nun die Gestalten im Einzelnen.

Über Fig. 34 ist wenig zu sagen. Man könnte darin einen Calcosphäriten sehen, dessen Auswüchse eine ziemlich regelmäßige Form haben. Fig. 35 machte zuerst den Eindruck eines Oktaeders mit konkaven Flächen und abgerundeten Ecken, in die Reihe der bei HARTING, Taf. I, Fig. 4 *ppp* abgebildeten viel kleineren Körper gehörend.

Es wäre vielleicht eher eine rhomboedrische Form zu erwarten. Der Übelstand, dass es bei festem Einschlusse in Kanadabalsam selten möglich ist, sich der Form durch Betrachtung von verschiedenen Seiten zu versichern, ist schon erwähnt. Die Verfolgung der einzelnen Kanten mit Objektivsystemen, die einen recht kurzen Focus haben, ist eine ziemlich gute Kontrolle. In diesem Falle schwindet dabei der Eindruck eines Oktaeders immer mehr. In der Figur sind die Linien, welche erst bei tieferer Einstellung scharf werden, schwächer, die bei hoher Einstellung scharf werden, stärker angegeben. Zu letzterer gehört auch die mit *a* bezeichnete. Desshalb ist auch diese stark ausgeführt, obgleich sie, keinen eigentlichen Umriss darstellend, in Wirklichkeit nur zart erscheint. Weiterhin werden Körperchen zu betrachten sein, die sich als Verschmelzung zweier dreieckiger Platten darstellen. Ich kann nicht umhin, eine gewisse Beziehung von Fig. 35 zu dieser zu sehen. Fig. 36 stellt dagegen unzweideutig einen schiefen Oktaeder vor. Hier sind die Linien, welche erst bei tiefer Einstellung hervortreten, punktirt angegeben. Leider erschwerte die Abrundung und Unregelmäßigkeit der Kanten die Beobachtung nicht unerheblich.

Deutlicher ließ sich das in Fig. 37 *A* dargestellte Objekt beobachten. Beim Senken des Tubus tritt in den Fokus zuerst die Ecke *a*, dann folgen *b* und *c*, ungefähr gleichzeitig aber auch *d* und *e*. Zuletzt folgt *f*; bei mittlerer Einstellung erscheint also fast nur das von den Kanten *bd, de, ec* und *cb* begrenzte unregelmäßige Parallelogramm. In der Zeichnung sind die Ecken *a b c*, als zu der oberen Dreieckfläche gehörig, stärker ausgeführt, die anderen schwächer. Konstruire ich hiernach mit geradlinigen Kanten statt der eingebogenen diese Figur schematisch, wie dies in Fig. 37 *B* geschehen ist, so erhalte ich ein unzweifelhaftes, wohl etwas schiefes Oktaeder.

Wir gehen aber nun zu Fig. 38 über. Es handelt sich hier unzweifelhaft um zwei über einander liegende dreieckige Platten. Die Skizze Fig. 38 *b* zeigt sie in der Profilansicht nach einer flüchtigen Beobachtung. Ein solches Vorkommnis ist auch nicht ein einzelnes, auf einen besonderen Zufall zurückzuführendes. Diese eigenthümlichen Zwillinge kommen gar nicht selten vor. Auch Harting bildet ein solches Körperchen Taf. I, Fig. 4 *p'* nur halb so groß, aber sonst fast genau mit meiner Zeichnung übereinstimmend ab. Dem Harting'schen fehlt nur die eine Schicht, dagegen hat es radiäre Streifung.

Vergleichen wir nun Fig. 38 *a* mit Fig. 37 *A*, so ergiebt sich, dass aus der letzteren eben so gut ein aus zwei über einander liegenden Dreiecksplatten bestehender Körper schematisirt werden kann, als das Oktaeder. Eben so lässt sich, wenn man sich die beiden Dreiecksplatten weiter verschoben, und die aufliegenden Ränder etwas übergewachsen denkt, die Fig. 35 konstruiren.

Ich enthalte mich jeder Meinung darüber, welche von beiden Auffassungen die richtige ist, oder ob sie vielleicht beide in ein und dasselbe mir nicht erfassbare morphologische Motiv zusammenfallen.

Fig. 39 fällt meiner Auffassung nach offenbar mit Fig. 38 zusammen. Wechsel hoher und tiefer Einstellung zeigt auch hier, dass es zwei über einander liegende dreitheilige, aber stark ausgeschweifte Platten sind. Die obere hat nach außen kleine Auswüchse.

Das viel größere Körperchen Fig. 40 ist eine weitere Entwicklung dieser Verhältnisse. Hier sind die Auswüchse zahlreicher und das Ganze so verschmolzen, dass kaum noch eine Andeutung der Dreitheilung vorhanden ist, und eine sechstheilige Rosette vorliegt. Das häufige Vorkommen dieser Sechstheilung war mir schon aufgefallen, bevor ich die Ableitung aus den Dreiecksplatten fand. Die Übergänge von diesen Rosetten in mit kleinen Auswüchsen unregelmäßig bedeckte Sphäroide, also eigentliche Calcosphärite, sind so allmähliche, dass die Grenze nicht festzustellen ist.

Auch Fig. 41 führt wieder zu den Sphäroiden zurück. Bei flüchtiger Betrachtung erschien es als ein etwas unregelmäßig ausgebildeter Calcosphärit. Erst die Anwendung starker Objektivsysteme und wechselnde Einstellung ließ die beiden Platten erkennen. Die Ränder der oberen sind mit *a a a* bezeichnet und stärker ausgeführt, die der unteren mit *b b b* und schwächer gehalten. Die obere Platte hat einen kleinen an die früher erwähnten Stacheln erinnernden Ansatz *c*. Beachtungswerth ist, dass während die äußere Schichtung mit dem Rande der oberen Platte korrespondirt, die innere, den Rändern beider Platten entsprechend, einen sechseckig erscheinenden Kern einschließt.

Fig. 42 halte ich für ein ähnliches Körperchen, aber in der Profilansicht, und vermuthe in dem kleineren der von Harting Taf. I, Fig. 4 mit *l* bezeichneten sein Analogon: vielleicht auch in dem größeren, ebenfalls dort mit *l* bezeichneten, womit dann das Vorkommen von Zwillingen mit nur einem Kern verständlich würde.

Es bleiben noch die von Harting als Conostaten benannten, und auf Taf. I, Fig. 4 *g g g*, Taf. II, Fig. 1 abgebildeten, im Text namentlich p. 14 ff. ausführlich abgehandelten Formen. Ich gebe nur 2 Abbildungen, Fig. 43 und 44, obgleich mancherlei Modifikationen der Gestalt vorkommen. Sie ist im Wesentlichen die einer Halbkugel, welche in einen mehr oder weniger weit geöffneten Trichter übergeht. Harting hat die Entstehung scharfsinnig und, wie mir scheint richtig, dadurch erklärt, dass ein kleiner, noch im Entstehen begriffener Calcosphärit, auf der Oberfläche schwimmend, mit seinem Scheitel sich über die Flüssigkeit erhebt, und nun der weitere Ansatz nur auf die in derselben befindliche Fläche geschehen kann. Durch das bei fortschreitender Vergrößerung tiefere Einsinken bildet sich dann der Becher.

Hierbei vermisse ich nur den Grund für das ursprüngliche Obenaufschwimmen. Ist der Becher erst gebildet, dann könnte er freilich das Körperchen schwimmend erhalten, aber er soll sich doch erst dadurch bilden, dass ein bis dahin runder Körper, dessen specifisches Gewicht größer als das der Flüssigkeit sein muss, schwimmt. Der Grund für dieses Schwimmen ist meiner Ansicht nach nicht weit zu suchen: er liegt in den präexistirenden Membranen des verwendeten Hühnereiweiß. Dass Harting deren Existenz übersehen hat, ist schon Eingangs berührt. In den Krusten, aus welchen der in Fig. 43 abgebildete Conostat sich löste (vgl. p. 612), bildeten letztere in der That keine zusammenhängende Schicht, sondern ließen erhebliche, theils ihre eigene Größe überschreitende Lücken, welche mit einer sich in Goldchlorid schnell und stark färbenden Membran ausgefüllt waren. Dieser Conostat hat erst 26 μ Durchmesser der Halbkugel. Der in Fig. 44 abgebildete, mit Methylgrün gefärbte hat, eben so gemessen, schon 57 μ. Der Durchmesser des Becherrandes ist aber 95 μ. Die Halbkugeldurchmesser der von Harting abgebildeten sind noch beträchtlicher. Je schneller sich die Lücken schließen, desto weniger wird die Schrägung des Bechers von der Senkrechten abweichen. Hierdurch erklärt sich einige Verschiedenheit der Gestalt leicht, zugleich aber, dass wenn der Schwimmkörper eine ihn tragende, auf der Oberfläche der Flüssigkeit befindliche Membran in diese durch sein zunehmendes Gewicht allmählich herabzieht, die Faltungen des Bechers entstehen können, welche Harting abbildet. So bietet die Erklärung der regelmäßigen Entstehung einer so auffallenden Form bei Hunderten von Exemplaren aus rein mechanischen Gesetzen hier die geringste Schwierigkeit: die Anfangsbildung der zu Grunde liegenden Calcosphäriten vorausgesetzt.

Die Bildung der Calcosphäriten in ihren einzelnen Stadien zu verfolgen, wäre die Aufgabe einer erschöpfenden Untersuchung: leider eine schwierige! Harting hat sich ihr nicht ganz entzogen und beschreibt (p. 48), wie, wenn man die entsprechenden Substanzen in einem flachen Glasschälchen unter das Mikroskop bringt, bei genügend starker Vergrößerung und geduldiger Beobachtung, die erste Bildung von Kalkkügelchen von nur 0,3 μ, die sich als schwarze Punkte darstellen, in der Mitte des Eiweiß beobachtet werden kann. Etwas später zeigen sie sich als Kügelchen, indem ihr Centrum Licht durchfallen lässt, und fahren nun fort, sich zu vergrößern.

Bis zu welchem Größenstadium diese Beobachtung verfolgt wurde, ist nicht gesagt. Jedenfalls wohl nicht so weit, dass die späteren Strukturverhältnisse erkennbar wurden. Hier liegt, abgesehen von der erforderlichen langen Zeit, die Schwierigkeit vor, dass zur Kenntlichmachung dieser Struktur die Einlegung in ein so stark lichtbrechendes Medium als Kanadabalsam erforderlich ist, welchem aber auch Glyceringallerte als ziemlich gut aufhellend zur Seite gestellt werden kann. Gerade auf die Art der Entwicklung der feineren Struktur kommt es an.

Von vorn herein ergiebt die Beobachtung einer größeren Zahl von größeren und kleineren Calcosphäriten, welche letzteren doch im Allgemeinen die jüngeren sein müssen, dass neben der unbestrittenen Vergrößerung von außen auch ein innerer molekulärer Umsatz stattfinden muss. Fast niemals finde ich die Struktur der kleineren Körperchen mit dem inneren Kern der großen übereinstimmend. Dieses müsste aber der Fall sein, wenn die größeren einfach durch Ablagerung neuer Schichten auf die kleineren entständen. Es müssen also zugleich molekuläre Umsetzungen in den früher gebildeten Schichten eintreten. Welcher Art sind diese?

Noch bei der Eingangs erwähnten vorläufigen Mittheilung in Carus Zool. Anzeiger war ich im Zweifel darüber, ob der geschichtete oder der ungeschichtete Zustand vorangehe: ob je nach Umständen nur der eine oder der andere eintrete. Wiederholtes Studium der, wie p. 612 angegeben, fraktionirten Präparate hat diesen Zweifel wesentlich behoben. Anzunehmen ist doch, dass die in dem nach 8 Tagen von der Oberfläche entnommenen Pröbchen enthaltenen kleineren und kleinsten Körperchen (Fig. 1) zu den jüngsten gehörten; dass dagegen der Bodensatz des Gefäßes (vgl. auf p. 612 Nr. 4) nach Schluss des Experimentes wesentlich ältere Körperchen enthalten musste. Es befinden sich aber unter den letzteren auch sehr viel kleine, welche Fig. 3 darstellt. Zu dieser sind allerdings die auffallendsten Schichtungen ausgewählt, dabei ist aber fast kein Objekt gefunden, das ohne alle Schichtung gewesen wäre. Bei den in Fig. 1 abgebildeten jüngern Körperchen verhält es sich ganz anders. Hier habe ich mit einiger Mühe nur das in *c* dargestellte Körperchen mit äußerlicher Schichtung herausfinden können. Alle übrigen zeigten sich ohne Schichtung, obgleich die größeren theilweis weit über die kleineren der Fig. 3 herausgehen. Zugleich mache ich darauf aufmerksam, dass in Fig. 1 mehr oder weniger in die Länge gezogene Sphäroide die Regel bilden: nur ganz ausnahmsweise finden sich Kugeln; bei den Körperchen aus dem Bodensatz ist es umgekehrt, wenigstens herrschen die Kugeln bei Weitem vor. Könnte mit der Ausbildung der Schichtung eine solche Umänderung der Gestalt Hand in Hand gehen? Dieses dahingestellt werde ich also zu der Annahme gedrängt, dass bei der ersten Bildung der Calcosphäriten der kohlensaure Kalk und das Eiweiß sich in einer solchen Mischung niederschlagen, dass sie, wenn auch zuweilen einen etwas trüben Eindruck machend, homogen erscheint, und dass erst später eine Sonderung in schwächer und stärker lichtbrechende Schichten eintritt.

Nicht als ob ich annähme, dass eine Schichtensonderung immer einträte; aber das scheint mir erwiesen, dass die Calcosphäriten in den ersten Bildungsstadien ungeschichtet sind und erst später eine molekuläre Umsetzung, durch welche sich stärker und schwächer lichtbrechende Schichten sondern, eintreten kann und häufig eintritt.

Noch sicherer erweisbar scheint mir die Entstehung der radiären Streifung aus einer weiteren molekulären Umsetzung, welche in der Ausscheidung radiär gestellter Krystallnadeln von kohlensaurem Kalk aus der Grundsubstanz besteht. Die Fälle, wo vom Centrum ausgehend einzelne Krystallnadeln bemerkt werden können, habe ich schon erwähnt. Sonst lassen sich in den hier gegebenen Zeichnungen diese Vorgänge einigermaßen verfolgen.

Bei Fig. 4 *B* sind im Inneren schon Andeutungen von Krystallen, umgeben von einer Zone, in welcher nur Körnung ist, zu bemerken. Bei Fig. 4 *A* ist eine dichte, aber undeutliche Krystallisation schon weiter vorgeschritten. Von den häufigen Fällen, wo vom Centrum ausgehend die Krystallgruppe auch in ungeschichteten Calcosphäriten nicht bis zur Peripherie geht, habe ich keinen abgebildet. Bei Harting findet sich ein solcher Taf. I, Fig. 4 *k*. Dass die radiäre Streifung an einer oder mehreren äußeren Schichten Halt macht, ist häufig (Fig. 5 *A*, 9, 10, 12, 14, 20, 21 etc.); aber sie geht auch bis zur Peripherie (Fig. 7 *B*, 22, 24). Letzterenfalls geht wohl durch weitere Vergrößerung die reine Kugelform meistens verloren, und es entstehen mehr oder weniger unregelmäßige Sphäroide (Fig. 22 und 24).

Das Verhalten der Schichtung zu dieser Krystallisation ist verschieden. Bei Fig. 5 *A* bricht vor einer schmalen, stark lichtbrechenden Schicht die radiäre Streifung vollständig ab und fängt jenseits derselben wieder an: ähnlich bei Fig. 8. Dagegen können koncentrische Schichten wie bei Fig. 4 nur in Andeutungen erhalten bleiben oder sie werden theilweis durchbrochen und unkenntlich (Fig. 9). Häufiger sind sie vollständig durchbrochen, machen sich aber noch als dunklere, aber nicht scharf begrenzte Ringe bemerkbar, als ob dort die Strichelung dichter wäre (Fig. 13 *a*, namentlich aber Fig. 22). Bei Fig. 24 ist, wie dies häufig auch in großen Calcosphäriten vorkommt, nichts von Schichtung mehr zu bemerken. Dass sie überhaupt vorhanden gewesen, lässt sich freilich nicht erweisen.

Auf Fig. 21 mache ich besonders aufmerksam. Hebt man den Tubus, so erscheint im Centrum eine punktirte Area, die also einen der vier in der Profilansicht sich darstellenden Zapfen — oder wie man sie nennen will — entsprechenden, nach oben gerichteten Ansatz erkennen lässt. Dass auch ein eben solcher nach unten gerichteter vorhanden ist, darf wohl angenommen werden. Die Begrenzung dieser sechsspitzigen Figur macht denselben Eindruck als die von der Krystallisation durchwachsene koncentrische Schichtung, wie z. B. in Fig. 22. Dass eine solche Gestalt körperlich präexistirt habe und um dieselbe sich ablagernde Schichten eine so regelmäßige Sphäre gebildet haben könnten, erscheint als eine unzulässige Annahme; diese Bildung müsste also erst innerhalb des Calcosphäriten nachträglich entstanden sein. Dass an eine Beziehung zu den früher erwähnten, allerdings zweifelhaften Oktaederformen gedacht werden könnte, sei wenigstens angedeutet.

Vielleicht noch bestimmter weisen Fig. 11 und 12 auf die in den Calcosphäriten nachträglich eintretenden inneren Veränderungen hin, zumal das hier Dargestellte etwas überaus häufig, wenn auch nicht immer so deutlich ausgeprägt Vorkommendes ist, während ich allerdings das in Fig. 21 Dargestellte nur einmal fand. Fig. 12 stellt nur den optischen Querschnitt dar: stereographisch ließ sich danach das Sachverhältnis nicht vollständig erkennen. Immerhin ist klar, dass die jetzt mit Krystallisation erfüllten Räume ohne die sie verbindende Hülle als ein zusammenhängender Körper nicht bestehen konnten, dass sie sich also nachträglich in demselben gebildet haben müssen. Bei Fig. 11 *B* sind bei scharfer Einstellung auf den Umriss des Körperchens nur *a* und *b* deutlich. *c* tritt nur bei tiefer, *d* bei hoher Einstellung scharf hervor. Hier liegen also die Verhältnisse so klar, dass sich ein genügendes Bild eines der Hilfslinie *e e* entsprechenden Durchschnittes konstruiren lässt. Dieses ist in der Skizze Fig. 11 *B* geschehen. Es liegen also diese Einschlüsse, welche offenbar gleicher Natur sind, obgleich nur in dem größeren *c* die radiäre Streifung deutlich zu erkennen ist, um eine gemeinsame Achse so gruppirt, dass sie von einander isolirt sind. Hierdurch ist ausgeschlossen, dass sie in früheren Stadien der Entwicklung vorhanden waren: ihre Bildung kann erst in dem bezüglich der Form im Wesentlichen fertigen Calcosphäriten stattgefunden haben; aber ich sage: im Wesentlichen. Offenbar sind die molekulären Umsetzungen so erheblich, dass in den größeren derartigen Körperchen Spannungen und in Folge derselben Spaltungen eintreten, mit welchen auch eine gewisse Änderung der äußeren Gestalt verbunden sein kann.

Neben der bei Fig. 12 von oben eindringenden Spalte stimmt der äußere Umriss, wie nach genauer Beobachtung in der Zeichnung wiedergegeben ist, auf beiden Seiten nicht mehr überein. Diese Spaltungen muss ich also als ein Resultat des inneren Umsetzungsprocesses betrachten. Sie treten bei den größeren, der Fig. 12 entsprechenden Körperchen so häufig ein, dass letztere sich in den in Balsam eingelegten Präparaten meist nur als Fragmente finden. Dies beweist freilich nicht, dass schon vorher immer ein vollständiges Auseinandersprengen stattgefunden habe, mindestens aber, dass die Spalten den Zusammenhang so viel gelöst hatten, dass geringe Eingriffe die Sprengung vervollständigten.

Meine Auffassung der Entwicklung der Calcosphäriten kann ich also kurz dahin zusammenfassen, dass der sich in Kugelform niederschlagende kohlensaure Kalk dabei ein Gemenge mit dem im Medium enthaltenen Eiweiß bildet, dieses Gemenge sich bei durch Ansatz von außen erfolgender Größenzunahme in Schichten von verschiedener Lichtbrechung oder verschiedenem Kalk- resp. Eiweißgehalt sondert, und dass später der kohlensaure Kalk mehr oder weniger in radiär gerichteten Krystallnadeln ausgeschieden wird. Wie mir scheint, beruht sie auf guten Gründen.

Dass sie aber einen einigermaßen hypothetischen Charakter hat, ist zuzugeben. Wiederholung der Versuche mit Unterbrechung in verschiedenen Zeiträumen, sorgfältigere Fraktionirung der Produkte mag die Wahrscheinlichkeit erhöhen oder verringern; aber eine unanfechtbare Entscheidung würde nur die Verfolgung der Entwicklung an denselben Individuen geben. Ein mikrochemischer Apparat, mittels desselben die Entwicklung unter dem Mikroskop verfolgt werden könnte, ließe sich vielleicht konstruiren. Die schon erwähnte Schwierigkeit besteht allerdings darin, dass zur Aufhellung der Objekte die Anwendung eines stark lichtbrechenden Medium bis jetzt erforderlich scheint. Vielleicht werden sich aber doch, wenigstens in den früheren Stadien, Körperchen finden, welche in einem immerhin so stark lichtbrechenden Medium, als Eiweiß ist, Einblick in ihre Struktur gestatten.

Auch bei neuerdings gewonnener größerer Muße wird diese durch manche andere früher begonnene Arbeiten so in Anspruch genommen, dass ich in die vorliegende nicht von Neuem eintreten darf; aber einige Schlussfolgerungen gestattet wohl schon das bis jetzt Vorliegende.

Bezüglich der Aufgabe, welche ich mir ursprünglich stellte: Vergleich der Harting'schen Körperchen mit den Gebilden, welche in einigen Eischalenüberzügen gefunden waren, haben sich wesentliche

Unterschiede zwischen beiden ergeben. Gänzlich verschiedenes Verhalten gegen Färbemittel, gegen Kalilösung, gegen polarisirtes Licht, weist schon auf Unterschiede in der innersten Beschaffenheit hin, welche sich auch in der feineren Struktur zeigen. Letzteres u. A. darin, dass in den Eischalenkörperchen niemals radiäre Streifung vorkommt. Dieses werde ich näher nachweisen, sobald ich die einzelnen Daten, welche die Untersuchung der letzteren ergab, mit den Abbildungen publiciren kann. Ich glaube also daran festhalten zu dürfen, dass sie organisirt sind.

Schon das tritt der Behauptung, dass sie Analoga der Harting-schen Körperchen seien, auffallend entgegen, dass die Entwicklung der Eischale ein so schnell verlaufender Process ist, dass das Widerstreben, ihn als organisches Wachsthum anzuerkennen, dadurch erklärlicher wird. Für die Entwicklung der Harting'schen Körperchen ist ein langer Zeitraum erforderlich.

Wenn unter den Letzteren Sphären und Sphäroide vorkommen, was die Eischalenkörperchen auch sind, wenn diese Sphäroide in naher Berührung durch ihre Vergrößerung bei beiden zu Zwillingen verwachsen, wenn bei Körpern, deren Größenzunahme durch äußeren Ansatz erfolgt, Schichtenbildung auftreten kann, so sind das doch so äußerliche auch in zahlreichen anderen Fällen auffindbare Ähnlichkeiten, dass daraus nicht auf Übereinstimmung des Wesens geschlossen werden darf.

Über sonstige Beziehungen zur Eischalenstruktur äußerte ich mich schon p. 606 und möchte nur Weniges hinzufügen. Dass die Eischale ein gewachsener Organismus sei, habe ich mich bemüht, in einer Reihe von Arbeiten nachzuweisen, auf welche hier nicht zurückgegriffen werden kann. Nur einen Blick auf ihre systematische Bedeutung. Neuerdings hat man Struthio camelus in drei Arten zu sondern Veranlassung gefunden. Henke hat (Zeitschr. f. ges. Ornithologie) auf die wesentlichen Unterschiede aufmerksam gemacht, welche die Textur der Oberfläche der Eier, besonders die Mündungen der Porenkanäle bei den drei Arten schon dem bloßen Auge resp. der Lupenvergrößerung bieten. Ich habe (Cabanis, Journ. f. Ornith. 1885) diese Unterschiede in Schalenschliffen und unter dem Mikroskop verfolgt und abgebildet. Die Gruppirung und Verbindung der einzelnen Porenkanäle bei ihrer Ausmündung bietet bei den drei Arten so konstante und schlagende Unterschiede, dass sie meines Wissens in der Ornithologie als charakteristisch unbestritten anerkannt sind. Die Harting'sche Arbeit ergiebt nun das Resultat, dass sich gleichzeitig und in derselben Mischung in ihren Einzelheiten ganz verschiedenartige Gestalten bilden, während andererseits in Mischungen, zu welchen so verschiedenartige Stoffe, als Eiweiß, Galle, Serum etc. verwendet sind, und auch bei absichtlich angewendeten verschiedenen Temperaturgraden im Ganzen gleiche, d. h. in den einzelnen Verschiedenheiten wesentlich übereinstimmende Produkte erfolgen.

Stellt man sich nun vor, welche geringen chemischen Unterschiede in den Sekreten des Oviducts bei so nahe verwandten Species, als Struthio camelus, molybdophanes und australis sind, bestehen können, wie gering die physikalischen Unterschiede sein müssen, welche in ihren Organen einwirken, und mit welcher zweifellosen Konstanz die morphologischen Unterschiede ihrer Eischalen auftreten, so wäre es doch wohl mehr als gewagt, solche Unterschiede auf chemische und physikalische Aktionen, wie sie für die Bildung der Harting'schen Körperchen bestimmend sind, zurückführen zu wollen.

Wir stehen eben mit solchen specifischen morphologischen Unterschieden, wie sie an den Eischalen der drei Straußarten — und was das Bedeutsamste ist — schon in den ersten Stadien der Entwicklung des Individuums eintreten, vor dem großen Geheimnis des organischen Werdens, dessen Schleier schwerlich in solcher Weise gehoben werden kann.

Musste ich auf den organisirten Charakter der Eischale so weit eingehen, so darf ich vielleicht nicht unterlassen, der Tarchanoff'schen Experimente zu gedenken, welche vor einigen Jahren ein gewisses Aufsehen erregten. Solche Dinge scheinen ein eben so zähes Leben, als die große Seeschlange erlangen zu können, und schleppen sich dann ohne nähere Prüfung während langer Perioden durch die Litteratur, so weit sie als bequeme Argumente gebraucht werden können.

Tarchanoff's Untersuchungen (Pflüger's Archiv für Physiologie, Bd. XXXIII, 1884) sind in der Hauptsache auf die chemische oder physikalische Beschaffenheit des Eiereiweiß bei verschiedenen Vögelgruppen gerichtet. Schon Valencienne und Fremy, auch John Davy sollen dieses Thema behandelt haben. Um das Sekret des Oviducts von Hühnern in größeren Mengen zu gewinnen, wurden in zahlreichen Fällen Fremdkörper operativ in denselben gebracht und der Oviduct dann meist oberhalb und unterhalb der Schnittwunde unterbunden. In einem einzigen Falle, wo der Fremdkörper ein Bernsteinkügelchen war, wurde, als das Huhn nach 24 Stunden gestorben war, ersteres von einer Hülle umgeben gefunden, die als ein »völlig formirtes Ei von normaler Form und Größe, umgeben von einer starken Schalenmembran« beschrieben wird. Nähere Untersuchung soll »vollkommen normal entwickelte Chalazen« ergeben haben. Außer der Angabe, dass die Eiweißschichten nach dem Bernsteinkügelchen zu »ganz wie beim Dotter« immer kompakter gefunden seien — welche Angabe nebenbei ergiebt, dass Tarchanoff die wirkliche Beschaffenheit der normalen Eiweißhülle gar nicht kennt — fehlen alle einzelnen Thatsachen, aus welchen so merkwürdige Dinge abstrahirt sind. Von Resultaten der Prüfung mit dem Mikroskop wird nichts erwähnt, sie hat also offenbar nicht stattgefunden (anno 1884!). »Mehr als zehn« Wiederholungen des Versuchs hatten »keinen Erfolg«, wofür ein ganz ungenügender Grund angegeben wird. Das genügt vielleicht.

Mein verehrter Freund H. Landois hatte hierüber in der zool. Sektion der 57. Naturforscherversammlung zu Magdeburg 1884 (Tagebl. p. 94) kurz referirt, und den mit Recht als zu vage bezeichneten Angaben Tarchanoff's die Resultate seiner resp. Wickmann's Kontrollversuche hinzugefügt. Wo es bei diesen gelang, um einen in den Eileiter gebrachten Gummiball eine etwa 2 mm dicke organische Umhüllung zu erzielen, stimmten »die histologischen Elemente dieser Eihülle mit den Gebilden eines normalen Eies nichts weniger als überein, im Gegentheil fanden sich solche histologische Elemente vielfach darin vor, welche mir (i. e. Landois) bis jetzt nicht zu Gesicht gekommen waren«.

Später sind mir durch Wickmann's Güte Präparate sowohl der erwähnten organischen Hülle, als der Schleimhaut des Oviducts zugegangen. Beide schienen mir so gut als identisch, und ich finde es nicht überraschend, dass bei so eingreifenden Läsionen selbstverständliche pathologische Zustände des Oviducts veranlasst wurden, welche zur Ablösung von Fetzen seiner inneren Gewebe führten, und diese dann dem Gummiball adhärirten. Hiermit verlasse ich die Beziehungen zur Eischale.

Treten neue und fremdartige Naturerscheinungen auf, so ist die Frage nach ihrem Warum unabweisbar. Zuweilen pflegt man das so auszudrücken, dass man sie »begreifen« möchte. Die solide, auf empirischer Basis fußende Naturforschung kann nirgends an die letzte Ursache der Dinge reichen. Dieses Begreifen kann also nur darin bestehen, dass sie in die bekannteren und gewohnteren Erscheinungen harmonisch eingereiht werden. Die letzten Ursachen auch der alltäglichsten Vorgänge sind der Erkenntnis durch die wissenschaftlichen Methoden unzugänglich, aber ihre Gesetzlichkeit kann erkannt und festgestellt werden. Diese ergiebt sich auch für das Neue, wenn es dem Bekannten, so weit dessen Gesetzlichkeit festgestellt ist, angereiht werden kann. Dass Harting, bei scharfer Betonung dessen, dass die nach ihm gerechter Weise benannten Körperchen nicht die Eigenschaften von Organismen haben[1], doch diese Anreihung an Gebilde versucht hat, welche nur in Organismen gefunden worden, ist befremdend. Es erklärt sich wohl daraus, dass in bestimmten Schulmeinungen Schwierigkeiten dem entgegentraten, diese, namentlich also die Hartgebilde der unteren Thierklassen, als Organismen anzuerkennen.

---

[1] In den molekulären Umsätzen, welche ich in der Entwicklung der Harting-schen Körperchen gefunden zu haben glaube, liegt keine größere Annäherung an

Wären ihre Bildungsgesetze, wären auch nur von ihrer Mehrzahl die intimen Strukturverhältnisse bekannt gewesen, so stand es anders, aber ein Unbekanntes durch Vergleich mit anderem Unbekannten verstehen zu wollen, scheint Erfolg nicht zu verheißen. Hierin liegt kein Vorwurf gegen Harting, der wiederholt hervorhebt, dass es sich um die ersten Schritte auf einem unbekannten Felde handle, und weiteres Forschen auf demselben verlangt; aber wo man schon in diesen ersten Resultaten Material für weittragende Schlussfolgerungen gesehen haben sollte, muss daran erinnert werden, dass zwei Dinge nicht desshalb gleichartig sind, weil man von Beiden noch nicht viel weiß.

Dass auch in Organismen Vorgänge, wie die der Bildung der Harting'schen Körperchen möglich seien, scheint unbestreitbar, sogar wahrscheinlich: kommen doch wirkliche Krystalle häufig in ihnen vor, freilich nicht als integrirender Theil ihrer eigentlichen Struktur; aber es handelt sich nicht darum ob Harting'sche Körperchen in Organismen vorkommen können, sondern ob und wo ihr Vorkommen nachgewiesen ist.

Dass dieses bis jetzt geschehen, muss ich bestreiten. Unter den Hartgebilden niederer Thierklassen sind bis jetzt wohl die Muschel- und Schneckenschalen am eingehendsten untersucht: früher schon von Bowerbank und Carpenter. Sie vindiciren ihnen den Charakter der Organisation, den sie allerdings, meiner Ansicht nach mit Unrecht, auf celluläre Grundlagen zurückführen wollen. Gustav Rose hat in einer trefflichen Specialarbeit zwar einzelne wahre krystallinische Einschlüsse von Molluskenschalen gefunden, aber Anderen gegenüber die eigentliche Struktur als die von Organismen erkannt. Ich habe wenigstens einige Arten sorgfältig mit Anfertigung von Dünnschliffen untersucht (Untersuch. ü. nicht celluläre Organismen, Berlin 1877), und dabei keine Struktur gefunden, die ich mit der der Harting'schen Körperchen in Beziehung zu bringen wüsste. Diejenigen äußerlichen Ähnlichkeiten

die Eigenschaften von Organismen oder gar an ein Wachsthum durch Intussusception. Letzteres ist ein synthetischer Vorgang. Scheiden, wie bei den Harting'schen Körperchen, aus einer lockeren Mischung gewisse Bestandtheile aus und nehmen besondere Gestalt an, so ist dies ein analytischer Vorgang, also das gerade Gegentheil. Ferner: Krystalle sind allerdings ihrem Wesen nach homogen, Organismen können nicht homogen sein. Die Harting'schen Körper sind auch nicht homogen, aber viele anorganische Naturprodukte, z. B. die meisten Gesteine, sind, wie auch Fabrikate, was doch die Harting'schen Körperchen sind, nicht homogen.

der Erscheinung, deren Harting nur als Motive für weitere Forschung gedenkt, treffen nicht den Kern der Sache. Jene Untersuchungen haben mich in die schon alte Streitfrage des Wachsthums der Muschelschale geführt und genöthigt, sie als einen durch Intussusception wachsenden Organismus anzuerkennen. Sie sind in der Litteratur, wo überhaupt beachtet, nicht günstig aufgenommen: vielleicht war ich etwas zu unvorsichtig gegenüber dem gewesen, was mir zu den von Baco als idola theatri bezeichneten Dogmen zu gehören schien. Thatsächliche Widerlegungen sind mir indess wenigstens nicht bekannt geworden, und vor nicht gar langer Zeit ist in einer sehr eingehenden Arbeit von Dr. Felix Müller (Über d. Schalenbildung bei Lamellibranchiaten in Schneider's Zool. Beiträgen, I, 3, Breslau) das Wesentliche — das Wachsthum der Schale als Organismus — vollständig bestätigt. Mit einer gewissen Selbstüberwindung versage ich mir das Eingehen auf einige Differenzen und Missverständnisse, als nicht hierher gehörig: nur darf ich wohl gegen das in Satz 5 der Resultate (p. 240) mir imputirte, sine ira et studio, Verwahrung einlegen. Dass meine Ausführungen dem entgegen seien, dass die organische Substanz der Schale ihrer Anlage nach aus der Zelle hervorgehe und ich sie als vollständig unabhängig von der Zelle annehme, enthält ungefähr das Gegentheil von dem, was ich gesagt habe. Dass die Struktur der Schale morphologisch nicht durch Zellgewebe bestimmt werde, ist allerdings meine Meinung, mit welcher die thatsächlichen Resultate Müller's auch in Harmonie stehen.

Ist die Kalkschale der Muscheln etc. ein gewachsener Organismus, so entfällt jede Veranlassung zu dem Versuch, sie mit den Harting'schen Körperchen in Beziehung zu bringen, und nur ungern gestatte ich mir eine speciellere Kritik des von Harting über die Bildung der Prismen in der äußeren Schalenschicht von Pinna, Ostrea, Margaritana etc. (p. 71 ff.) Gesagten. Er denkt sich die Scheiben, in welche der Inhalt dieses Gewebes durch zarte Membranen gesondert ist, als Calcosphäriten, die sich gegen einander abgeplattet haben, und spricht dieses ziemlich positiv aus. Nun ist aber niemals in diesen Säulen oder den Scheiben, welche sie zusammensetzen, irgend etwas der Struktur der Calcosphäriten Ähnliches gefunden: weder koncentrische Schichtung noch radiäre Streifung oder etwas Kernähnliches, wie Letzteres Harting auch Taf. III, Fig. 6 *d* und Fig. 8 *g* in den Bildungen darstellt, auf welche er sich speciell als mit den Elementen der Prismen gleichbedeutend bezieht. Ja es sind sogar in Letzteren von Anderen Strukturverhältnisse dargelegt worden, welche mit der Struktur der Calcosphäriten unvereinbar sind. Gustav Rose hat (Verh. der Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1858, Physik. Abh., p. 63 ff.) auf Schliffflächen der Prismen von Pinna und Inoceramus durch Ätzung wahre Krystallisation bloßgelegt. Dieses habe ich bei meinem Exemplar von Pinna zwar nicht bestätigen können, sondern statt dessen durch Ätzung ein zartes Netz eines organischen Substrates, das ebenfalls mit der Struktur der Calcosphäriten unvereinbar wäre, dargestellt (Nichtcelluläre Organismen, Taf. XIII, Fig. 66), übrigens auch bei Meleagrina in den Prismen Spaltflächen bemerkt, welche auf Krystallisation hindeuten. Das Vorhandensein einer solchen Krystallisation kann sehr leicht von verschiedenen Entwicklungsstadien abhängen.

Die Schicht, um welche es sich hier handelt, hatte ich Wabenschicht genannt, weil bei aller Abneigung gegen Anwendung neuer Bezeichnungen diese die Gestalt derselben ohne Präjudiz deutlich angiebt, und mir die sehr verschiedenen schon üblichen (Säulenschicht bei Pagenstecher, Prismenschicht, Faserschicht, Zellenschicht bei Anderen) auf unzutreffenden Anschauungen beruhend, nur Verwirrung zu verursachen schienen. Eine entsprechende Schicht kommt auch am Panzer der Crustaceen vor, und endlich ist das, was bei anderen Muscheln, z. B. Mytilus, als Epidermis bezeichnet wird, wiederum nur diese Wabenschicht, bei welcher aber hier die Lücken des Conchiolingewebes nicht mit Kalksalzen ausgefüllt sind.

Die Genesis dieser Schicht habe ich a. a. O. bei Mytilus und Anodonta ausführlich beschrieben und abgebildet, und Felix Müller, welcher den Namen Prismenschicht adoptirt hat, wohl weil er ihr Auftreten bei Mytilus nicht berücksichtigte, hat bei Anodonta meine Befunde bestätigt. Kurz gesagt entstehen bei Anodonta in einer kalkfreien Conchiolinmembran des wachsenden Schalenrandes kleine Gebilde aus Kalksalzen, welche sich allmählich vergrößern, bis in der Kalkmasse nur noch in radialer Richtung der Querschliffe ziemlich derbe, aber in der Fläche paralleler Richtung ganz zarte Membranen überbleiben, welche die Kalkschale septiren. Für diese Conchiolinmembran will ich die bequeme Bezeichnung als Periostracum, da sie allerdings in die Schalendecke übergeht, gern acceptiren, wenn darüber nicht vergessen wird, dass es sich wenigstens nach innen nur um die jüngste Schicht der wachsenden Schale handelt, welcher, während sich in ihr die Bildung der Kalkschale vollzieht, fortwährend neue Conchiolinschichten aufwachsen.

Die Beobachtung an Mytilus, wo in der sog. Epidermis ein ähnliches Gefüge vorliegt, dessen Hohlräume aber nicht mit Kalkgebilden gefüllt sind, sondern Flüssigkeit oder Luft enthalten (a. a. O. Taf. V, Fig. 30), und meist irrigerweise als cellulär betrachtet wurde, ist desshalb wichtig, weil sie ergiebt, dass es nicht die Kalkgebilde sind, welche dafür das morphologische Motiv bieten, sondern dass dies in dem Periostracum selbst liegt.

Bei den Perlen nimmt HARTING die Übereinstimmung mit seinen Calcosphäriten mit überraschender Bestimmtheit in Anspruch: »Les perles, en effet, ne sont autre chose que des calcosphérites reguliers« (p. 62). Er deutet sogar die Wahrscheinlichkeit an, dieses industriell ausnutzen zu können.

Alle, welche die Perlen näher untersucht haben, stimmen wenigstens darin überein, dass in ihnen je nach Umständen die Struktur der verschiedenen Schalenschichten gefunden werden kann. In dem Schließmuskelansatz von Mytilus habe ich zwei Perlchen oder Halbperlchen gefunden und a. a. O. Taf. XI, Fig. 56 abgebildet, deren Struktur derjenigen Schicht entspricht, auf welche ich meines Wissens zuerst aufmerksam machte, und welche stets und ausschließlich die Basis der Muskelansätze an die Schale bietet, resp. von da aus gangartig in das Perlmutter übergeht. Ich hatte diese Schicht als prismatische Schicht bezeichnet. FELIX MÜLLER, der ihr Vorkommen bestätigt hat, nennt sie Stäbchenschicht, da er für meine Wabenschicht die Bezeichnung als prismatische Schicht beibehält. Ich glaube mich von einem schönen, von Herrn v. SCHLICHT gefertigten Schliff einer ziemlich großen Perle bestimmt zu erinnern, dass hier ebenfalls diese Struktur vorlag, die allerdings eine entfernte Ähnlichkeit mit der der Calcosphäriten hat, welche aber, namentlich an der Schichtung bei näherer Prüfung verschwindet. Solche Perlen werden auch wohl HARTING vorgelegen haben, aber ich muss sie für Ausnahmen halten.

Im Anschluss an die vorliegende Arbeit beschaffte ich von einem Juwelier, der mich, mit lebhaftem Interesse an den Resultaten, bei der Auswahl unterstützte, sechs Perlen verschiedenen Aussehens, und verwandte sie zu theils centralen, theils tangentialen Dünnschliffen, welche Präparate mir noch vorliegen. Nur in einer dieser Perlen von etwas über 4 mm Durchmesser, zu trüb um zu Schmuck verwendbar zu sein, und als Elsterperle bezeichnet, also wohl von Margaritana margaritifera, fand sich diese prismatische (mihi) oder Stäbchenschicht (MÜLLER) aber nur im Wechsel mit ziemlich trüben Perlmutterschichten, und nicht etwa in koncentrischen geschlossenen Schichten, sondern nur platzweis und sich auskeilend in das Perlmutter verlaufend. Dieser Schichtenwechsel in demselben Radius der Perle kann bis viermal beobachtet werden. Hierbei kann ich im Vorübergehen die Bemerkung nicht unterdrücken, dass, wenn A. PAGENSTECHER (Allgem. Zoologie, Thl. IV, p. 490) diesen Schichtenwechsel nach der bekannten älteren Auffassung als ein »Wanderbuch« der Perle bezeichnet, ich wirklich nicht weiß, wie hier die Wanderstraße liegen soll, auf welcher die verschiedenen Schichten derartig eingesprengt wurden. Die anderen fünf Perlen enthalten nichts von dieser Stäbchenschicht. Drei bestehen nur aus Perlmutter, abgesehen von den kleinen Unregelmäßigkeiten, welche das Centrum gewöhnlich zeigt: darunter eine Perle, welche der Juwelier als die klarste, beste orientalische Perle erklärte, welche er beschaffen könne. Eine von circa 4 mm längstem Durchmesser, aber ganz platt mit auffallend trübem, großem Kern, der sich unter dem Mikroskop als ein schwer zu beschreibendes unregelmäßiges Gewebe ergab; um diesen eine starke Schicht reinen Perlmutters. Endlich die letzte als »Schottisch« bezeichnet, also auch wohl von Margaritana, mit einer äußeren Perlmutterschicht um einen röthlich scheinenden großen Kern, der aus charakteristischen Wabenschichten bestand. Aus einem sehr schönen Möller'schen Präparat sind mir endlich von früher Schliffe von angeblich norwegischen, ganz dunklen Perlen bekannt, welche nur aus Wabenschicht bestanden. Sonach muss ich das eigentliche Perlmutter als den regelmäßigen Bestandtheil der Perlen betrachten. Ich kann hier nicht näher auf seine bekannte Struktur eingehen und muss mich mit der Bemerkung begnügen, dass seine Schichtung total von der der Calcosphäriten verschieden ist, und dass es eine diesen ähnliche radiale oder auf die Schalenfläche senkrecht gestellte Streifung nicht besitzt.

Wird die Harting'sche Auffassung an jenen aus Wabenschichten bestehenden Perlen geprüft, so ergiebt sich ein eigenthümliches Resultat. Die Wabenschicht soll nach ihm, wie wir gesehen haben, aus sich gegen einander abplattenden Calcosphäriten bestehen, und doch soll die ganze Perle wieder einen einzigen Calcosphäriten darstellen. Der Widerspruch, der hierin liegt, bedarf einer weiteren Hervorhebung nicht.

Da ich nicht umhin konnte, auf die Perlenstruktur so weit einzugehen, bedarf es nur weniger Worte, um auf die Inkongruenz auch der älteren Theorien aufmerksam zu machen. Die Schale soll also eine von den Mantelzellen ausgehende »Cuticularbildung« sein. Ich will hier darauf verzichten, es zu bestreiten; aber auch die Perlen sollen eine solche Cuticularbildung sein. Allerdings ist es, da sie in allen Einzelheiten die Strukturen der Schale wiedergeben, unmöglich, für sie einen von der Schale verschiedenen Bildungsprocess zu statuiren. Nun wird ja, wie mir scheint, das Wort Cuticularbildung jetzt sehr frei gebraucht, dass aber das Mantelepithel nicht nur platte Schalenschichten, sondern auch sphärische, aus koncentrischen Kapseln geschichtete Körper, wie die Perlen, absondern soll — dass solche Körper eine

»Cuticula« darstellen sollen, das scheint doch eine unstatthafte Behandlung der Logik.

Diese von der axiomatisch behandelten Voraussetzung aus, dass die Molluskenschale ein wachsender Organismus nicht sein könne, konstruirten Theorien scheitern leicht an unbeachtet gelassenen Thatsachen. Die Sache liegt doch im großen Ganzen, wenn man sich von diesem willkürlich aufgestellten Axiom losreißt, ziemlich einfach. Die Bildung der Schale innerhalb des Periostracum ist für die Waben- oder Prismenschicht handgreiflich erwiesen: für das Perlmutter nicht ganz so handgreiflich, aber die Perle tritt hier bestätigend ein, da in ihr diese beiden Schichten in mehrfachem Wechsel auftreten können, also ihre Genesis in der Hauptsache dieselbe sein muss. Dass im Periostracum auch sphärische Körper wie Perlen wachsen, ist nicht befremdend: auch die ersten Kalkrudimente der Schale können kugelförmig sein. Im Einzelnen sind hier freilich noch viele Fragen zu erledigen, was aber nur durch Beobachtung und nicht durch Phantasie geschehen kann. Die aus Wabenschicht bestehenden Perlen sind evident von aus dem Periostracum stammenden Membranen durchzogen; um so näher liegt also der Gedanke, dass auch die Perle ein durch Intussusception wachsender Organismus sein kann.

Möge man also die vielen noch nicht erforschten Hartgebilde gründlicher darauf untersuchen, ob in ihnen den Harting'schen Körperchen Gleiches vorkommt. Damit werden ja jedenfalls in der Wissenschaft bestehende Lücken ausgefüllt werden; näher liegend erscheint es mir, die Beziehungen zu verfolgen, welche jene Körperchen zu den Anorganismen haben. Für die eigentlichen Calcosphäriten liegt die Anknüpfung nah. Wie schon früher erwähnt, hatten die Niederschläge von kohlensaurem Kalk, welche Harting erhielt, ohne dass organische Verbindungen gegenwärtig waren, schon Gestalt und wesentliche Struktur der Calcosphäriten. Sphärenbildung, wo in anderer Richtung wirkende formbildende Ursachen nicht entgegentreten, beruht auf einem allgemeinen morphologischen Gesetz der anorganischen Natur. Es fällt mit der Gravitation zusammen. Die radiäre Streifung geht aus Krystallisation hervor. Es bliebe die koncentrische Schichtung. Auch ohne Gegenwart von organischer Substanz sind die Calcosphäriten schwerlich reiner kohlensaurer Kalk. Ich werde noch erörtern, dass der Annahme, dass sie eine gewisse Menge Mutterlauge einschließen — hier nur Chlorverbindungen enthaltend — nicht wohl auszuweichen ist. Dies macht die Bildung von Schichten mit verschiedener Lichtbrechung verständlicher. Wo nicht nur Chlorverbindungen, sondern auch Eiweiß gegenwärtig, ist größere Veranlassung zu ausgesprochener Schichtung.

Nun aber jene eigenthümlichen Gestalten, von denen ich einige in Fig. 27—42 abgebildet habe! Lässt sich hier an Vorgänge anknüpfen, welche bei Krystallen schon beobachtet sind? Oder lässt sich bestimmter feststellen, in welcher Art die Gegenwart der Eiweißsubstanzen hier modificirend einwirkt? Das sind Fragen, deren Beantwortung auch für das Verständnis der eigentlichen Krystallisation von Bedeutung sein könnte. Das Gebiet der Krystallologie ist mir zu fremd, als dass ich wagen könnte, ihnen näher zu treten.

Für weitere Untersuchungen möchte ich mir aber doch den Hinweis darauf erlauben, dass es wesentlich sein dürfte festzustellen, ob unter den Anorganismen die Kalkverbindungen allein solche Resultate geben. Ferner: Harting theilt (p. 18) eine Bestimmung des in Essigsäure unlöslichen Rückstandes der Körperchen mit. Er betrug 7,65 $^0/_0$. In wie weit dies Verhältnis konstant ist, dürfte eine nicht unwichtige Frage sein. Daran schließt sich die Frage nach einem etwaigen Wassergehalt der frisch dargestellten Körperchen. Das Vorstehende gilt von getrockneten Körperchen.

Endlich ist, wie schon vorhin angedeutet, doch nicht anzunehmen, dass die Körperchen frei von Chlorverbindungen sind. Auch der eigentliche Krystall schließt Theile der Mutterlauge ein, von welchen er erst durch Umkrystallisiren befreit werden kann. Wie sollte es bei diesen Darstellungen ausbleiben, dass eine gewisse Menge von Chlor, sei es als Chlornatrium, sei es als Chlorcalcium, in den Calcosphäriten oder sonstigen Körperchen enthalten sei? Ob diesen Beimischungen ein morphologischer Einfluss zuzuschreiben, wäre festzustellen. Den summarischen Chlorgehalt auch bei kleinen Mengen zu bestimmen ist natürlich ein Leichtes. Zu einer quantitativen Bestimmung des Natron gehören freilich größere Proben, deren Darstellung aber nicht unthunlich ist. Soll indess festgestellt werden, welchen Einfluss ein Gehalt an Chlorverbindungen auf die Gestalt der krystalloiden Körperchen hat, so ist mit solchen summarischen Analysen allerdings wenig geschehen. Es handelt sich darum, ob der Chlorgehalt je nach den verschiedenen Gestaltungen ein verschiedener ist. Auch mit einem so charakteristischen Reagens, als die Silbersalze hier durch die Färbung bieten, werden mikrochemische Untersuchungen von großer Feinheit erforderlich sein, und es ist eine Schwierigkeit darin vorauszusehen, dass die verschiedenen Schichten der Regel nach verschiedene Zusammensetzung haben werden, auf ein tiefes Eindringen der Silberlösung nach den beim Gold gemachten Erfahrungen ohne Weiteres nicht zu rechnen ist, und auch die organischen Substanzen durch Reduktion des Silbersalzes Färbungen verursachen möchten. Von Versuchen darf dies jedoch nicht abschrecken.

Solche Untersuchungen scheinen allerdings das Gebiet der Zoologie zu verlassen, indess haben diese Objekte thatsächlich für dieses Gebiet eine Bedeutung erlangt, welche die eingehendste Beschäftigung mit ihnen auch für die Zoologie werthvoll macht.

Zum Schluss eine Bemerkung, für welche sich kein rechter Platz fand: In früheren Arbeiten nahm ich an, dass die Erhaltung der Struktur bei Entfernung der Kalksalze durch Säuren der Beweis einer so innigen Verbindung derselben mit dem organischen Substrat sei, als sie nur in Organismen entstehen könne. So plausibel dies schien, hat es sich als irrig ergeben, dieses ohne Weiteres als Kriterium zu betrachten. Die Harting'schen Körperchen haben gezeigt, dass besondere, allerdings noch näher zu begrenzende Verhältnisse vorliegen können, wo in Anorganismen die Struktur auch nach Auflösung der Kalksalze erkennbar bleibt.

Erst nachdem das Vorstehende zum Druck abgegangen war, kam durch die Güte von Herrn Professor Ehlers eine wichtige hier einschlagende Arbeit (A. Famintzin, Studien über Krystalle und Krystallite a. Mem. de l'Acad. imp. d. sciences de St. Pétersbourg, T. XXXII, Nr. 10, 1884) zu meiner Kenntnis. Der günstige Leser wird entschuldigen, wenn bei der Untersuchung eines Gegenstandes, welcher von Physiologen, Zoologen, Botanikern und Mineralogen je nach ihrem Standpunkt behandelt ist, wobei sie häufig ohne Kenntnis von einander arbeiteten, ein vollständiger Überblick der betreffenden Litteratur so schwierig ist, dass ein kurzer Nachtrag erforderlich wird. Er wird ergeben, dass sich nun ein gewisser Abschluss gewinnen lässt, und ich gestatte mir Professor Ehlers hiermit besondern Dank dafür abzustatten, dass mir dies durch seine freundliche Bemühung ermöglicht ist.

Famintzin reproducirt zunächst wörtlich eine von ihm schon 1869, also drei Jahre nachdem Harting (Mikroskop 1866, Bd. II, p. 176) seine ersten Mittheilungen machte, in den Verh. d. naturhist. med. Ver. z. Heidelberg publicirte Arbeit: Amylonartige Gebilde des kohlensauren Kalks. Er bezieht sich in dieser Arbeit nicht nur auf Harting, sondern auch auf ältere Arbeiten von Funke, Link, Rose und Robin und Verdeil. Dem Letzteren kann ich, hierdurch aufmerksam geworden, gleich hinzufügen, dass Robin, auch in seiner Anatomie et Physiologie cellulaires (Paris 1873) die Harting'schen Ansichten im Wesentlichen vertritt, wobei aber nicht ersichtlich ist, dass er selbständige Untersuchungen darüber gemacht hat. Das Wesentliche der Famintzin'schen älteren Arbeit besteht darin, dass er in einem besonders konstruirten kleinen Apparat kleine Mengen konzentrirter Lösungen von Chlorcalcium und kohlensaurem Kalk unter dem Mikroskop zusammengebracht und die Bildung von Sphäriten bis zur Größe der Stärkekörnchen der Kartoffel in der Art verfolgt hat, dass zuerst kaum sichtbare Kügelchen entstehen, die aber rasch an Größe zunehmen. Im Anfang war weder ein Kern noch Spuren von Schichtung zu sehen: erst in den beträchtlich vergrößerten Kugeln wurde dann das nachträgliche Auftreten von Kern und Schichtung direkt beobachtet. Famintzin betont dann lebhaft die vermeintliche Analogie dieser Sphärite mit Stärkekörnchen, und erwähnt dabei auch der Inulinkörperchen, die in Inulin enthaltenden Pflanzentheilen durch Einlegen in Alkohol niedergeschlagen werden (Sachs, Bot. Zeitschr. 1864, p. 77). Radiäre Streifung scheint er in den von ihm erzielten Produkten nicht bemerkt zu haben.

In dem neueren Theil der Arbeit wird der Harting'schen Untersuchungen von 1872 kurz gedacht, wobei auffallenderweise wieder die irrige Angabe vorkommt, dass Harting »die Gegenwart gewisser organischer Verbindungen als eine nothwendige Bedingung für die Erzeugung von Sphärokrystallen betrachte«. Dann wird auf Ad. Hansen's Arbeit über Sphärokrystalle (Arb. d. bot. Instituts zu Würzburg, Bd. III, H. 1, p. 92, 1884) eingegangen. Hansen hat im Parenchym verschiedener Pflanzen, nachdem sie länger in Weingeist aufbewahrt waren, »Sphärokrystalle aus einem löslichen Calciumphosphat bestehend« gefunden. Ursprünglich sollen sie als Tropfen durch den Alkohol aus dem Zelleninhalt niedergeschlagen und dann durch Krystallisation fest werden. Wachsthum durch Auflagerung soll nicht stattfinden. Eben so sollen sich Sphärokrystalle von Inulin als von einem festeren Häutchen umgebene Tropfen durch Alkohol abscheiden und eine den Calciumphosphatkörperchen ganz ähnliche Struktur gewinnen, d. h. eine dichte, deutlich krystallinische, aus radialen Nadeln bestehende Schale, welche einen amorphen, leichter löslichen Kern umgiebt. Koncentrische Schichtung durch deutlich krystallinische Schichten, welche amorphe Schichten einschließen, ist meist bemerkt. Hansen hat ferner, auch außerhalb der Zellen, ähnliche Körperchen aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk bestehend durch Zusatz von Calciumchlorid zu Hühnereiweiß erzeugt, deren Entstehung ganz in derselben Weise verläuft.

Dem tritt Famintzin so weit bei, dass die Schichtung nicht Folge von Wachsthum durch Auflagerung sei, bestreitet aber, dass sie durch Krystallisation veranlasst werde: es soll sich nur um Spaltung einförmiger Masse parallel der Oberfläche handeln. Dabei wird auch auf die

Myelingebilde exemplificirt, und noch A. Meyer (Bot. Zeitung 1884, p. 327) herangezogen, welcher allen krystallisirenden Kohlenhydraten die Eigenschaft zuschreibt, aus unreinen Lösungen Sphärokrystalle zu bilden, dabei aber annimmt, dass die Volumzunahme durch Ablagerung mehr oder weniger krystallinischer Schichten auf den erstarrten Tropfen stattfinde. Letzteres giebt Famintzin vorläufig nicht zu und schließt diese Erörterung mit dem Satze: »Ganz unabhängig davon, in welcher Weise diese Frage entschieden wird, bleibt doch der oben ausgesprochene Satz über die Schichtenbildung bei den von mir, Harting und Hansen beschriebenen Krystalliten, nämlich durch eine parallel der Oberfläche gehende Spaltung, welche erst nach der Erreichung der definitiven Dimensionen stattfindet, unangefochten bestehen.«

Darf ich nach diesen, dem botanischen Gebiet entnommenen Ergänzungen einen Rückblick auf die von mir erlangten Resultate werfen, so glaube ich Folgendes aussprechen zu können. Erstens möchte ich wünschen, dass der Ausdruck »Sphärokrystalle« künftig vermieden werde. Erstarrte Tropfen sind überhaupt keine Krystalle, auch wenn sich in ihnen sekundär eine Krystallisation, von welcher die sphärische Gestalt ja unabhängig ist, entwickelt hat. Leider wird auch die Harting'sche Bezeichnung als Calcosphäriten als Allgemeine dadurch unanwendbar, dass Inulin und sonstige Kohlenhydrate zu berücksichtigen sind. Die einfache Bezeichnung als Sphäriten scheint mir aber vollständig zu genügen. Leitgeb wendet sie in der weiterhin zu erwähnenden Arbeit schon ausschließlich an.

Zweitens: Dass die Schichtung sekundär in der vorher gleichartig erscheinenden Masse auftrete, hatte ich, da mir leider die älteren Famintzin'schen und Hansen'schen Arbeiten unbekannt geblieben, zwar indirekt geschlossen, aber doch auf den Mangel direkter Beobachtung des Vorganges aufmerksam machen zu müssen geglaubt. Dies war also durch Famintzin und Hansen schon festgestellt, aber eine weitere Bestätigung wohl nicht überflüssig.

Der Annahme, dass die Schichtung ein einfacher Spaltungsvorgang einer gleichartigen Masse sei, muss ich bezüglich der Harting'schen Körperchen auf das Bestimmteste widersprechen. Ich glaube nachgewiesen zu haben, dass sich dort die Schichtung durch Sonderung in Lagen von ganz verschiedenem Brechungsindex vollzieht: eigentliche Spaltung findet nicht statt.

Die Beziehungen der radiären Krystallisation zur Schichtung fand ich bei den fertigen Sphäriten der Hansen'schen Darstellung entsprechend, aber allerdings auch viele deutlich geschichtete kleine Körperchen ohne jede Andeutung von Krystallisation, kann also letztere nicht als das Motiv der Schichtung betrachten. FAMINTZIN berührt die doch so interessante Frage der radiären Streifung kaum.

Drittens: Dass HANSEN's Alkoholpräcipitate Ansatz von außen, nachdem Schichtung eingetreten war, nicht mehr zeigten, ist sehr erklärlich: das Bildungsmaterial war eben ausgefällt; aber bei dem HARTING'schen Verfahren, wo das Bildungsmaterial nicht erschöpft wird, findet Ansatz von außen auch noch bei vorhandener Schichtung statt. Hierauf muss schon aus den zu Platten vereinigten und dadurch polyedrisch gewordenen Sphäriten geschlossen werden. Die innere Schichtung ist dort den äußeren Flächen nicht parallel (HARTING, Taf. I, Fig. 4 *B*, Taf. IV, Fig. 7 *A* etc.). Noch unzweifelhafter tritt das Verhältnis bei den Conostaten auf, deren Bildung ohne Ansatz von außen undenkbar ist. Dasselbe gilt für die mit den eigenthümlichen Auswüchsen versehenen Körperchen (HARTING, Taf. II, Fig. 18, Fig. 20 und 29—32 bei mir).

Somit ist wohl Struktur und Genesis der Sphärite genügend klar gestellt. Ihr Auftreten, nicht nur bei der Fabrikation außerhalb von Organismen, sondern auch innerhalb derselben, ist in Pflanzenzellen erwiesen: freilich auch dort bis jetzt nur als Kunstprodukt. In thierischen Organismen scheint das natürliche Auftreten im Sekret der Nieren mindestens höchst wahrscheinlich; man wird es jedoch auch dort nicht als einen Vorgang der eigentlichen Lebensthätigkeit betrachten können. Wenn FAMINTZIN die Stärkekörner als Sphärite in Anspruch nehmen will, ja sogar die Zellhaut als Analogon heranzieht, so mag er sich darüber mit anderen Botanikern aus einander setzen. STRASSBURGER (Bau und Wachsthum der Zellhäute, Jena 1882) weist dies unter Aufrechthaltung der wesentlichen Übereinstimmung von Zellhaut und Stärkekorn zurück (a. a. O. p. 165). Nachdem, was über die sog. Stärkebildner vorliegt, scheint es mir unmaßgeblich eine der vagen Analogien zu sein, die mehr von gewissen Voraussetzungen aus, als auf Thatsachen hin zuweilen herangezogen werden, doch kann ich nicht unternehmen, ein so schwieriges Thema, als die merkwürdigerweise noch immer kontroverse Struktur des Stärkekorns, namentlich hier, abzuhandeln.

Die neueren Versuche FAMINTZIN's gehen auf Darstellungen von Krystallen aus gemischten Lösungen von phosphorsaurem Kali und schwefelsaurer Magnesia, welchen unter einem Deckglase Glycerin zugesetzt wurde. Die erhaltenen komplicirten und theils abgerundeten Gestaltungen werden in zahlreichen Abbildungen dargestellt. Mir scheinen hier kaum Beziehungen zu den HARTING'schen Körperchen vorzuliegen, während das krystallographische Interesse ja evident ist. Warum in gemischten resp. unreinen Flüssigkeiten entstandene, unregelmäßige Formen nur als »Krystallite« zu bezeichnen seien, ist mir nicht klar. Es sind doch echte Krystalle auch nach dem dort Mitgetheilten. Erörterung der Betrachtungen, welche im monistischen Sinn angeknüpft werden, würden mich weit abführen.

Für die eigenthümlichen von mir Fig. 27 und 28 abgebildeten Körperchen habe ich auch in der Hansen'schen Originalarbeit und in der sonstigen mir zugänglichen botanischen Litteratur Analogien nicht finden können. Diese ist bezüglich der Sphärite nicht auf das von Famintzin Angeführte beschränkt. Ein näheres Eingehen auf dieselbe würde mich zu weit führen. Die neueste Arbeit, die ich finden konnte, ist: Leitgeb, Über Sphärite, Mitth. d. Bot. Instituts in Graz, Jena 1888. In derselben sind die früheren Arbeiten angeführt.

Auch für die von Harting und mir dargestellten polyedrischen Formen (Fig. 33—38) finde ich Analogien in der botanischen Litteratur nicht. Für beide Formen ist die radiäre Streifung, wenn auch bei letzteren nicht immer bemerkbar, charakteristisch. Bei keiner der von Famintzin gegebenen Abbildungen ist sie vorhanden.

Darf für die Sphäriten nun als erwiesen betrachtet werden, dass die radiäre Streifung der Ausdruck einer Krystallisation ist, welche nachträglich in dem »Tropfen« eintrat, so weist sie darauf hin, dass auch diese polyedrischen Körperchen ursprünglich Tropfen waren, diese aber dann Gestalten annahmen, welche sich nur als krystallinische bezeichnen lassen. Das mag nicht auffallend sein, wohl aber, dass ihre innere Beschaffenheit dabei derartig bleibt, dass die sekundäre Krystallisation, welche die radiäre Streifung bewirkt, stattfinden kann. Solchen Gebilden möchte ich also die Bezeichnung als Krystalloide oder Krystallite einstweilen vorbehalten sehen und sie den Krystallographen zum weiteren Studium empfehlen.

Halle, November 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVIII.

Zur Vermeidung von Wiederholungen wird vorausgeschickt, dass, wo nichts Anderes bemerkt ist, die gezeichneten Objekte in Kanadabalsam liegen und bei durchfallendem Licht und hoher Einstellung gezeichnet sind.

Die Harting'sche Bezeichnung als Calcosphärit ist fortgelassen, da sie theils überflüssig, auf gewisse Formen nicht anwendbar erscheint.

Der größte Theil der Abbildungen ist nach den nach 17 Tagen erhaltenen Produkten. Wie schon im Text angegeben, bezeichne ich der Kürze halber die aus den schwimmenden Krusten mit α, die aus dem Absatz am Chlorcalcium mit β, die aus der übrigen Masse gewonnenen mit γ, die aus dem Bodensatz des Gefäßes mit δ.

Der Maßstab der Zeichnungen und die absolute Größe der Objekte ist auf der Tafel selbst angegeben.

Fig. 1. 8 Tage nach Beginn des Versuchs der Oberfläche des Eiweiß entnommen und nicht gewaschen. *f* ist eine noch durch Eiweißmembranen, die aber im Kanadabalsam nicht deutlich sind, zusammenhängende Gruppe.

Fig. 2. α. *a* scheint zu zeigen, dass Zwillings- oder Biskuitformen nicht bloß durch Zusammenwachsen von zwei Sphäriten entstehen. Der dunkle Streif leuchtet beim Senken des Tubus hell auf.

Fig. 3. δ. Feinerer Theil des Bodensatzes. Es sind die Objekte ausgewählt, welche Schichtung am auffallendsten zeigen, aber ganz ohne Schichtung ist fast keins.

Fig. 4. δ. Vergoldet.

Fig. 5. δ. Mit Hartnack Nr. 10 Immersion beobachtet, aber in größerem Maßstab gezeichnet, um die Struktur bei *A* genau wiedergeben zu können. Bei *B* sind die schlaffen unregelmäßigen Formen charakteristisch, als sei es noch kein ganz starrer Körper: vielleicht beim Einlegen in den Balsam geschrumpft.

Fig. 6. δ. Mäßig stark vergoldet. Ebenfalls der Deutlichkeit halber in größerem Maßstab gezeichnet als der Beobachtung entspricht.

Fig. 7. δ. Mit Methylgrün in Wasser stark gefärbt und in Anisöl beobachtet. Der Farbenton ist bei allen so gefärbten Objekten in Wirklichkeit etwas mehr violett, bei Lampenlicht violett bis Purpur, aber um den Unterschied von den vergoldeten Objekten mehr hervorzuheben, in reinem Blau angegeben.

Fig. 8. δ. Mit Methylgrün und in Anisöl beobachtet. Ein nach der Färbung abgesplittertes Fragment eines Sphäriten. Solche Splitter zeigen die Art der Färbung des Inneren am deutlichsten.

Fig. 9. β. Mit Methylgrün. Hat sich sehr stark gefärbt. Der dunkle Ton im Centrum ist nur die Folge von Undurchsichtigkeit, wie Beleuchtung bei auffallendem Licht zeigt. Beobachtung mit ganz starken Systemen (Gundlach VIII Immersion und Oc. 2) ergiebt sicher, dass die äußerste ungefärbte Schicht wirklich vorhanden, und nicht nur Refraktionseffekt ist.

Fig. 10. β. Mit Methylgrün sehr stark gefärbt. Die stärkere Färbung des Kernes st die Folge des Eindringens der Tinktion durch die Spalten, welche die Abbildung zeigt.

Fig. 11. β. Mit Methylgrün. Bei scharfer Einstellung auf den Umriss sind bei *A* die Einschlüsse *a* und *b* deutlich. Bei tieferer Einstellung tritt *c*, bei höherer *d* hervor. Danach ist bei *B* der Durchschnitt der Hilfslinie *ee* von *A* entsprechend gezeichnet. Die Linie *ff* bei *B* ist die Gesichtslinie von *A*. Für nähere Erörterung dieser Verhältnisse siehe Text p. 629.

Fig. 12. β. Mit Methylgrün. Ebenfalls im Text p. 629 erörtert.

Fig. 13. β. Stark vergoldet. *a* ist in gewöhnlicher Weise bei durchfallendem Licht beobachtet. Die dunkle Zone und der dunkle Kern sind nicht gefärbt, sondern nur undurchsichtig, *b* zeigt dies bestimmt. Es ist derselbe Sphärit, aber von oben und unten gleichmäßig stark beleuchtet, wodurch die Refraktionseffekte wegfallen und nur der Farbenton hervortritt (vgl. Text p. 615).

Fig. 14. β. Stark vergoldet. Zwilling. Die stark gefärbte und scharf begrenzte äußere Schicht geht gleichmäßig auch über den kleinen Anwuchs hinweg. Dass die Färbung sich wesentlich auf die äußere Schicht beschränkt, zeigen Fig. 13

und 14, ob aber die inneren Schichten nur schwächer oder gar nicht gefärbt sind, bleibt zweifelhaft. Dies entscheiden die folgenden Figuren.

Fig. 15. β. Nach starker Vergoldung des Präparates sind die Körperchen in einer kleinen Agatschale zerdrückt und zerstampft. Unter den so entstandenen Splittern finden sich solche, bei welchen sicher festgestellt werden kann, dass die Färbung sich auf die äußere Schicht beschränkt und nicht in das Innere eindringt.

Fig. 16. Stark vergoldet. Ähnliche Splitter als in Fig. 15 gezeichnet. *a* und *b* sind β (aus dem 17tägigen Absatz am Chlorcalcium). Bei *b* zeigt sich die stark gefärbte Außenschicht als eine Art biegsamer Membran, und unter dieser ein schwaches Auslaufen der Färbung nach innen. *c* ist aus einer schon nach 14 Tagen entnommenen Probe.

Fig. 17. β. Stark vergoldet. Ganz feiner Splitter eines großen Sphäriten von circa 150—160 μ Durchmesser: zeigt verschieden starke Färbung äußerer Schichten und schwache Ausstrahlung der Färbung nach innen.

Fig. 18. Aus einer schon nach 14 Tagen entnommenen wenig gewaschenen stark vergoldeten Probe. Die anhängenden Fetzen scheinen Eiweißhäutchen zu sein.

Fig. 19. β. *A*. Sphärit mit eigenthümlicher, aber ziemlich häufig vorkommender äußerer Schicht. Beim Heben des Tubus erscheint dieselbe auf der Flächenansicht des Scheitels des Sphäriten als regelmäßige helle Punktirung auf dunklem Grunde, bei weiterem Heben als dunkle Punkte auf hellen Grunde, wie in *B* abgebildet. Das entspricht dem Bilde, welches Grübchen gewähren würden, da aber solche nach dem glatten Umriss nicht vorhanden sein können, zeigt es, dass Hohlräumchen oder wenigstens schwächer lichtbrechende Einschlüsse vorhanden sind (vgl. Text p. 617). *C* ist ein ähnliches Körperchen, wo aber diese Schicht gegen das Innere nicht scharf abgesetzt ist. Dieses Körperchen zeigt schon den Übergang in die Fig. 27 abgebildeter Gestalten.

Fig. 20. β. *A*. Die zweite Schicht von außen — hier bei hoher Einstellung dunkel — leuchtet beim Senken des Tubus hell auf. Sie veranlasst eine eigenthümliche fahlgelbe Färbung der von ihr umgebenen inneren Schichten. Um den Druck nicht zu kompliciren, ist sie hier nicht durch Färbung, sondern nur durch dunklen Ton angegeben. Die Natur der äußeren Ansätze war hier durch die perspektivischen Effekte zweifelhaft. *B* ist die Skizze eines Theiles eines anderen ganz ähnlichen Sphäriten. Die reine Profilansicht des Auswuchses gestattet hier zu erkennen, dass es sich um eine der in Fig. 29—32 abgebildeten Gestaltungen handelt. Dass der Auswuchs hier nur aus den äußeren Schichten hervorgeht, ist beachtungswerth.

Fig. 21. β. Eigenthümliche nur einmal beobachtete Form der Krystallisation (vgl. Text p. 629).

Fig. 22. γ. Sehr großer Sphärit (längster Durchmesser = 220 μ). Die Form ist, wie bei diesen großen Körperchen stets eintritt, unregelmäßig geworden: die frühere Schichtung in der Krystallisation noch erkennbar.

Fig. 23. δ. Leicht auf Platinblech geröstet. Die dadurch im Inneren entstandene braune Färbung ist in der Abbildung, um den Druck nicht zu kompliciren, nur mit dunklem Ton wiedergegeben. Das verschiedene Verhalten der Schichten beim Rösten zeigt wieder ihren verschiedenen Eiweißgehalt.

Fig. 24. δ. Ebenfalls geröstet. In diesem großen, schon unregelmäßig gewordenen Sphäriten ist nichts mehr von Schichtung zu erkennen. Demgemäß verläuft die Bräunung des Inneren — hier ebenfalls nur durch dunklen Ton ausgedrückt —, allmählich in die weniger gebräunte äußere Schicht.

Fig. 25 und 26. Stark vergoldete Sphäriten mäßig in Kalilauge erhitzt, dann

24 Stunden in Wasser macerirt und darin beobachtet. Es hat sich eine stark gefärbte Membran in gequollenem Zustande abgehoben. Bei dem Zwilling Fig. 26 ist die Faltung derselben zu sehen.

Fig. 27 *A*, *B*, *C*, *D* aus *β*, in Balsam liegend. *E* und *F* ebenfalls aus *β*, aber in Glyceringallerte, wodurch die Refraktionseffekte stärker hervortreten. *G*, aus der nach 14 Tagen entnommenen wenig gewaschenen Probe, sehr stark vergoldet, in Kanadabalsam. *A*, *B*, *C*, *D* sind die eigenthümlichen Gestalten, von denen auch Harting einige abgebildet hat, in verschiedener Ausbildung und Entwicklung. Auch Fig. 19 *C* zeigt eine solche. Bei *E* ist ein charakteristisch gestalteter solcher Kern. Beim Auswachsen des 129/120 *μ* großen Körperchens ist die Gestalt unregelmäßig geworden. *F* und *G* sind Zwillinge, wo ein solcher Körper mit einem gewöhnlichen Sphäriten verwachsen ist. Bei *F* bezeichnen *a* und *b*, die nur bei hoher Einstellung hervortreten, die Grenzen eines Wulstes, wie er auch bei *E* durch Refraktionseffekte erkennbar ist (vgl. Text p. 620 und 621).

Fig. 28. *β*. Zeigt ebenfalls diesen Wulst, der sich häufig noch deutlicher beobachten lässt. Auch Harting giebt entsprechende Abbildungen.

Fig. 29—32. Sphäriten mit gekrümmten Auswüchsen, wie Fig. 20 *B*. Fig. 29 und 30 sind aus stark vergoldeten Präparaten, haben sich aber nicht merklich gefärbt. Eben so ist Fig. 32 aus einem mit Methylgrün gefärbten Präparat, ohne sich gefärbt zu haben; Fig. 31 hat sich aber nebst den Auswüchsen durch die Vergoldung gefärbt. Bei Fig. 30 ist *b* eine andere Ansicht als *a* desselben Körperchens, das beim Einlegen etwas gerollt war.

Fig. 33. *β*. Krystalloides Körperchen: scheint rhombische Platte mit gebrochenen Kanten mit zwei geraden Stacheln oder Auswüchsen.

Fig. 34—37. *β*. Krystalloide. Fig. 37 *B* ist ein Versuch, Fig. 37 *A* schematisch als Oktaeder deutlich zu machen (vgl. Erörterung im Text p. 623 und 624).

Fig. 38 *a*. *β*. Körperchen aus zwei dreiseitigen auf einander liegenden Platten mit gemeinsamem Kern bestehend. *b*, anscheinend ein ähnliches Körperchen in der Seitenansicht.

Fig. 39. *β*. Übergang aus Formen wie Fig. 38 in:

Fig. 40. *β*. Sechstheilige Rosette.

Fig. 41. *β*. Scheint ebenfalls aus zwei dreiseitigen, aber etwas verschobenen Platten zu bestehen.

Fig. 42. *β*. Wahrscheinlich ein ähnliches Körperchen als Fig. 41, aber von der Seite betrachtet. Für nähere Erörterung von Fig. 38—42 siehe Text p. 624 und 625.

Fig. 43. Vergoldet. Conostat aus einer feinen Schwimmkruste circa 10 Tage nach Beginn des Versuchs entnommen. Vgl. Text p. 625 und 626.

Fig. 44. *β*. Mit Methylgrün. Älterer Conostat.

Zur Kenntnis einiger Infusorien.

Von

R. v. Erlanger.

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Mit Tafel XXIX.

Übersicht der benutzten Litteratur.

1. O. Bütschli, Protozoa. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. I. 3. Abth. Leipzig 1887—1889.
2. Th. W. Engelmann, Zur Naturgeschichte der Infusorien. Diese Zeitschr. Bd. XI. 1862.
3. G. Entz, Über Infusorien des Golfes von Neapel. Mittheilungen a. d. Zool. Stat. zu Neapel. 1884. p. 340. Taf. XXI.
—— Beiträge zur Kenntnis der Infusorien. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. 1882.
4. P. Fabre-Domergue, Étude sur l'organisation des Urcéolaires. Journal de l'Anat. et de la Physiologie. T. XXIV. p. 214. 1888.
5. M. Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen etc. Bern 1852.
6. Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. Bd. II. 1867.

1. Actinobolus radians Stein.

(Fig. 1—8.)

Diese interessante Holotriche wurde mit Phascolodon vorticella, Haematococcus pluvialis und mehreren anderen Flagellaten in einem mit Regenwasser gefüllten ausgehöhlten Felsblock gefunden. Die Fundstätte liegt stromaufwärts von Heidelberg, am Neckarufer, etwas vor dem sogenannten Haarlass.

Die von mir beobachteten Exemplare hatten durchschnittlich eine Länge von 0,08—0,1 mm.

Wenn Actinobolus schwimmt, besitzt er eine birnförmige Gestalt, wobei das Hinterende der von mir beobachteten Exemplare stets dicker als das Vorderende war (Fig. 1), während Entz das Gegentheil angiebt. Die Gestalt des schwimmenden Thieres ist länglich mit kreisrundem

Querschnitt, wird aber, wenn die Bewegung sich verlangsamt, immer kugeliger und nimmt bei gänzlichem Stillstand oft vollkommene Kugelform an (Fig. 2). Diese Veränderung vollzieht sich äußerst langsam, wesshalb ich annehmen möchte, dass keine Myoneme dabei im Spiel sind. Ich habe solche auch bei den stärksten Vergrößerungen nicht beobachten können, obgleich ich wegen der Angabe von Entz öfters danach suchte.

Die Körperstreifung ist regelmäßig, und die schwach ausgeprägten Cilienfurchen laufen alle vom hinteren Pol gegen den terminalen Mund. Zuweilen ziehen sie etwas schraubig.

Die langen, feinen, nicht sehr zahlreichen Cilien, sind zu mehreren um die Basis der Tentakel gruppirt, was besonders gut zu sehen ist, wenn man ein Exemplar vom oralen oder aboralen Pol beobachtet.

Die Tentakel, welche Actinobolus charakterisiren, stehen in regelmäßigen Abständen in den Cilienfurchen, und ich zählte deren etwa 12 in einer Furche bei seitlicher Ansicht. Wenn das Thier schwimmt (es geschieht dies mit mäßiger Geschwindigkeit unter fortwährender Drehung um die Längsachse), so werden die Tentakel eingezogen (Fig. 1). Man sieht dann oft, dass die Tentakel allmählich wieder ausgestreckt werden, wobei sofort eine Verlangsamung der Bewegung bemerklich wird. Wenn gänzlicher Stillstand eingetreten ist, werden die Tentakel ganz ausgestreckt und ihre Länge erreicht dann meistens oder übertrifft etwas den Durchmesser des kugelförmigen Leibes (Fig. 2). Bei einem 0,1 mm langen Exemplar maßen sie 0,14 mm.

Betrachtet man einen vollkommen ausgestreckten Tentakel bei starker Vergrößerung, so bemerkt man an ihm drei Abschnitte (Fig. 3). Der proximale Theil ist dick und besitzt eine kegelförmige Gestalt, daran schließt sich ein langer, etwa halb so dicker Theil an; beide sind vollkommen durchsichtig. An dem distalen Ende ist ein dritter, kürzerer, stark lichtbrechender und dünner Abschnitt, welcher etwas verbreitert mit einem Knöpfchen endigt. Dieses Knöpfchen ist viel kleiner als die Endknöpfe der Acinetententakel, und wurde von Entz nicht beschrieben; er lässt vielmehr die Tentakel einfach abgestutzt endigen.

Die Alveolarschicht (Fig. 1 *alv*), welche bei Actinobolus mäßig dick, aber deutlich entwickelt ist, zeigt an der Basis der Tentakel eine Unterbrechung (Fig. 3), und man bemerkt an ihrer inneren und äußeren Grenze jederseits einen feinen Punkt. Sind die Tentakel, wie dies beim Schwimmen geschieht, ganz eingezogen, so ist nur noch ihr distales, stärker lichtbrechendes Ende zu erkennen; dasselbe liegt dann fast ganz im Inneren des Leibes und überragt nur um weniges die Oberfläche. Ich fand für dasselbe stets die nämliche Länge 0,01 mm.

Bei völlig eingezogenen Tentakeln hat nun dieses Endstück ganz das Aussehen einer Trichocyste. Ich sah eine Anzahl solcher Gebilde öfters ganz regellos im Inneren des Leibes dicht unter der Oberfläche liegen. Es darf dieses Endstück des Tentakels wohl auch als eine Trichocyste gedeutet werden, weil man bei Abtödtung mit Osmiumsäure aus dem terminalen Knöpfchen einen feinen zugespitzten Stift hervorragen sieht (Fig. 6, 7, 8). Dieser Stift ist oft kurz (Fig. 6), kann aber auch die Länge des Endstücks erreichen (Fig. 7), ist also ein ausschnellbares Gebilde.

Bei Beobachtung von theilweise ausgestülpten Tentakeln schien es mir öfters, als ob der Tentakel noch eine Strecke weit ins Innere des Leibes verfolgt werden könnte, auch sah ich bei einem sich encystirenden Exemplar, welches Kugelform angenommen und bereits eine Cystenhülle abgesondert hatte, eine große Anzahl von Tentakeln in ziemlicher Länge im Inneren des Leibes liegen[1] (Fig. 5).

Lässt man den Actinobolus unter Druck zerfließen, so bleiben die Endstücke der Tentakel als vollkommen homogene Stäbchen von 0,01 mm Länge erhalten, aber das Knöpfchen war nicht mehr zu sehen. Die Tentakel waren oft im ausgestreckten Zustand gebogen, aber niemals schraubig gekrümmt.

Der Mund (Fig. 1 *M*) liegt terminal und zeigt dieselbe Struktur wie der mancher Prorodonarten. Er bildet einen zitzenförmigen Vorsprung und besitzt einen kurzen Schlund und einen schwach ausgebildeten Reusenapparat. Dieser besteht aus einer großen Anzahl langer dünner Stäbchen, welche ganz gerade sind. Durch Zerfließenlassen des Thieres kann man sich überzeugen, dass man es mit wirklichen Stäbchen und nicht mit einer Fältelung des Schlundes zu thun hat. Der Mund ist von einem Kranz dichter stehender Cilien umgeben, welche sich übrigens in keiner Hinsicht von den anderen Körpercilien unterscheiden.

Der After liegt am aboralen Pol, dicht bei der kontraktilen Vacuole.

Letztere (Fig. 1 *Cv*) ist in der Einzahl vorhanden und ziemlich groß. Sie liegt terminal am Hinterende, besitzt einen deutlichen Porus (*P*) und entsteht durch Zusammenfluss mehrerer radiär angeordneter Tropfen, gehört also zum rosettenförmigen Typus. Vor der Entleerung bemerkt man um die Vacuole eine radiäre Streifung des Plasma, eine

---

[1] Professor Bütschli, welcher meine Untersuchungen an Actinobolus, Hastatella und Phascolodon leitete und meine Präparate etc. fortgesetzt kontrollirte, bittet mich besonders hervorzuheben, dass er sich von dem Eindringen des Tentakels in den Körper nicht überzeugen konnte.

Erscheinung, welche 1874 von Bütschli bei Amoeba terricola[1], bei Nyctotherus und von mir an den zahlreichen kleinen Vacuolen eines Prorodons beobachtet worden ist.

Der Macronucleus (Fig. 1 *Ma*) besitzt eine sehr variable Gestalt, ist zuweilen länglich oval, oft lang und unregelmäßig gekrümmt. Sein Bau war der gewöhnliche feinwabige. Es ist mir nicht gelungen den Micronucleus mit völliger Sicherheit nachzuweisen, obgleich ich mehrmals in der Nähe des Macronucleus Gebilde beobachtete, welche an Micronuclei erinnerten.

Das Entoplasma zeigte die gewöhnliche wabige Struktur.

Konjugation wurde nicht beobachtet, dagegen ein Fall von Theilung. Dieselbe war eine Quertheilung, und zwar eines freischwimmenden Exemplars, welches bereits eine zweite kontraktile Vacuole gebildet hatte, und dessen Macronucleus ein streifiges Gefüge zeigte.

Encystirung und Cysten sah ich wiederholt, jedoch keine Theilung in der Cyste.

Actinobolus schwamm stets in der Nähe der Wasseroberfläche herum und stand nur ab und zu still; dann wurden die beim Schwimmen eingezogenen Tentakel ausgestreckt; daher fasse ich diese Organe als eine Schutzvorrichtung auf, eine Deutung, welche durch die Gegenwart der Trichocyste an ihrer Spitze noch wahrscheinlicher wird.

Ich konnte niemals beobachten, dass sich Actinobolus in der von Entz beschriebenen Weise an Algen festsetzte, obgleich es im Bodensatze des Wassers, in welchem er lebte, an Algen nicht fehlte. Er schien mir, wie die meisten verwandten Formen, im Schwimmen nach Beute zu suchen, und einmal sah ich ihn eine Monadine verschlingen, welche von den Cilien des Mundrandes herbeigestrudelt worden war. Zuweilen hefteten sich die Individuen mit dem Munde fest, blieben aber öfters stehen ohne dies zu thun.

Die meisten Exemplare waren ganz mit stark lichtbrechenden Körpern erfüllt (Fig. 1 und 2 *n*). Es waren keine Vacuolen, sondern feste Körper, wovon ich mich beim Zerfließen der Thiere überzeugte. Diese Körper, welche offenbar gefressene Nahrung sind, färbten sich intensiv mit Karmin, Hämatoxylin und Anilinfarben; ihre Gestalt ist ziemlich variabel. Die meisten hatten etwa die Größe von Monadinen und Cyclidien, welche sich reichlich im Wasser fanden. Reaktionen auf Stärke und Cellulose, welche öfters an diesen Körpern versucht wurden, ergaben ein negatives Resultat. Außerdem fanden sich zahlreiche stärker lichtbrechende Tropfen im Entoplasma, welche sich in

---

[1] O. Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntnis der Infusorien. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. IX. 1873.

Alkohol und Äther lösten, und mit Osmiumsäure bräunten, daher wohl Fetttropfen sein dürften. Endlich bemerkt man noch zahlreiche kleine Körnchen und feste Körperchen von variabler Gestalt.

Aus dem Mitgetheilten wird wohl ersichtlich sein, dass die Tentakel von Actinobolus nicht denen der Suctorien homolog sind; namentlich die terminale Trichocyste lässt sie als Gebilde ganz eigener Natur erscheinen. Wie Entz konnte ich nie beobachten, dass die Tentakel zum Ergreifen von Beute dienten, obgleich ich öfters kleine Flagellaten und Ciliaten mit ihnen in Berührung kommen sah.

Im Wasser, worin Actinobolus reichlich lebte, wurde nur einmal ein Exemplar einer Acinete beobachtet, und nicht ein einziger Acinetenschwärmer. Ich erwähne diese Thatsache, weil Entz angiebt, gleichzeitig mit Actinobolus immer Acineten gefunden zu haben, und desshalb vermuthet, dass Actinobolus möglicherweise Beziehungen zu Suctorien haben könnte.

Actinobolus wurde, seit Stein ihn entdeckte und kurz beschrieb, nur von Entz wieder beobachtet. Meine Beschreibung weicht von der des letzteren Forschers hauptsächlich in Bezug auf den Tentakelbau ab.

2. Chlamydodon mnemosyne Stein.

(Fig. 9—14.)

Diese Holotriche fand sich in großer Menge bei Deauville (Calvados) an der französischen Küste des Kanals in einem kleinen Tümpel, welcher nur bei sehr hoher Fluth mit dem Meer in Zusammenhang steht.

Chlamydodon hat etwa die Gestalt einer Ohrmuschel mit konvexer rechter und schwach konkaver linker Seite. Das Vorderende ist abgerundet, nach hinten verschmälert sich der Körper allmählich und endet etwas zugespitzt (Fig. 14). Die Länge variirt zwischen 0,018—0,08 mm und kann sogar noch etwas darüber betragen.

Die Bauchfläche ist schwach gewölbt oder ganz flach und dicht mit feinen, ziemlich langen Wimpern bedeckt. Die Rückenfläche dagegen ist meist stark gewölbt und fast ganz kahl; sie wird von dem vordersten einen Theil der Bauchfläche, welchen Entz als die Stirne bezeichnet, überragt (Fig. 9 *St*). Diese Stirne ist auch auf ihrer Rückenseite bewimpert.

Die Körperstreifung, welche von sehr zahlreichen, dicht bei einander stehenden Cilienreihen bedingt wird, zieht vom Hinterende nach vorn, in einem nach rechts gewölbten Bogen um den in der Längsachse, etwa $^1/_7$ der Körperlänge vom Vorderende gelegenen Mund herum, unter Bildung einer adoralen Zone (Fig. 12 *Az*), welche dem Vorderende parallel in einem Bogen nach links verläuft. Die Streifung erstreckt sich noch, wie schon bemerkt worden ist, auf den dorsalwärts gelegenen Theil der Stirn, da die Cilienreihen der rechten Bauchhälfte, indem sie vor dem Mund nach links herumbiegen, um mit denen der linken Bauchhälfte in der sog. Mundnath (adorale Zone) zusammenzustoßen, die Stirn überziehen. Diese Cilienreihen entsprechen wohl den feinen Falten oder Furchen, welche Entz auf der Stirn beschreibt. Die Wimpern selbst stehen auf kleinen Papillen und liegen nicht in Cilienfurchen. Chlamydodon verhält sich also in dieser Hinsicht wie Paramaecium und verwandte Formen. Die Pellicula ist dünn, eben so auch die Alveolarschicht, welche jedoch deutlich ausgebildet ist.

Das eigenthümliche Band, welches Chlamydodon auszeichnet, liegt, wie Entz festgestellt hat, nicht auf der Bauchfläche, sondern zwischen Bauch- und Rückenfläche. Die von Entz beschriebene Furche, in welcher er das Band verlaufen lässt, fand sich bei den von mir beobachteten Exemplaren nicht, sie war höchstens bei einigen Individuen andeutungsweise an der Grenze zwischen Stirn und eigentlicher Rückenfläche zu bemerken, wo der vordere Theil des Bandes verläuft (Fig. 12 *X*).

Das Band selbst zieht um den ganzen Körper herum und zeigt nur am Hinterende eine Unterbrechung (Fig. 10). Es ließ sich bei derselben Einstellung des Tubus nie in ganzer Ausdehnung verfolgen, sondern lag in verschiedenen Ebenen, was auch aus seitlichen Ansichten hervorging. Das Band ist deutlich quergestreift; bei starker Vergrößerung erkennt man, dass quere Leistchen die Querstreifung bewirken (Fig. 14). Diese Leistchen haben stärkere lichtbrechende Enden. Ich bemerkte, dass die Abstände der einzelnen Leistchen bei verschiedenen Exemplaren differirten und nach den Enden des Bandes kleiner wurden, wie auch die Länge der Leistchen selbst.

Das Band ist kein homogenes Gebilde, sondern zerfällt, wenn man das Infusor unter Druck zerfließen lässt, in einzelne Körperchen, welche bei Flächenansicht etwas oval mit einem schmäleren Ende erscheinen (Fig. 13 *a*). Diese Körperchen sind ellipsoidisch mit einem äquatorialen Wulst versehene Gebilde und liegen mit ihrer breiten Fläche an einander (Fig. 13 *b*). Es sind die Wülste, welche als vermeintliche Leistchen die Querstreifung bewirken, da man auf die schmale Kante der Körperchen blickt.

Der Mund besitzt einen gut ausgebildeten Reusenapparat, dessen Stäbchen auffallend dick, an ihrem oberen Ende breiter und quer abgestutzt sind; sie stehen etwas schraubig angeordnet (Fig. 12). Fast immer beträgt ihre Zahl 16; ab und zu beobachtete ich jedoch Exemplare mit nur 15 Stäbchen. Blickt man von oben auf den Mund (Fig. 12), so bemerkt man ein feinwabiges Schlundplasma (*p*) und einen deutlichen Schlundspalt (*Mp*). Niemals sah ich die Bewimperung über den Mund hin sich erstrecken, bemerkte auch nichts von den zwei Klappen, welche Entz an der Stirn beschreibt, sondern beobachtete stets einen kurzen, aber deutlichen Schlund, wie ihn auch verwandte Formen, Chilodon, Phascolodon u. A. besitzen.

Kontraktile Vacuolen sind in verschiedener Zahl vorhanden; ich zählte deren vier bis sechs, sie münden auf der Bauchfläche durch je einen Porus aus (Fig. 12 *cv*).

Der Macronucleus (Fig. 12 *Ma*) liegt rechts am unteren Ende des Reusenapparates, ist ziemlich groß, länglich oval, und zeigt in der Mitte einen Querspalt; sein Gefüge ist das gewöhnliche. Es ist ferner eine deutliche Kernmembran vorhanden. Ich fand stets einen einzigen Micronucleus (Fig. 12 *Mi*), welcher dem Macronucleus anlag.

Quertheilung sah ich öfters. Die daraus entstandenen Individuen sind ziemlich klein, flacher und namentlich kürzer als die gewöhnlichen. Sie zeigten ein breiteres Hinterende und einen größeren Abstand zwischen den Enden des Bandes.

Konjugation wurde nicht beobachtet.

Chlamydodon bewegt sich nach meinen Erfahrungen ziemlich träg unter Schwankungen um die Längsachse. Er nährt sich von Diatomaceen, welche er in sehr großer Menge verschlingt, so dass seine Körpergestalt öfters dadurch verändert wird. Namentlich wölbt sich der Rücken bei reichlich mit Nahrung gefüllten Individuen stärker. Oft werden Diatomaceen verschlungen, deren Länge die des Chlamydodons etwas übertreffen. Das an und für sich durchsichtige Körperplasma ist meistens von Diatomeen roth oder rothbraun gefärbt.

Chlamydodon wurde zuerst von Ehrenberg, später von Stein, und endlich von Entz beschrieben.

3. Phascolodon vorticella Stein.

(Fig. 15—18.)

Diese wenig bekannte Holotriche kam in ziemlicher Menge an der schon für Actinobolus angegebenen Fundstelle vor. Phascolodon misst zwischen 0,09—0,06 mm, ist etwa halb so breit als lang und formbeständig.

Seine Gestalt ist eine sehr eigenthümliche. Von der Bauchseite betrachtet erscheint das Vorderende breit und abgerundet, bis auf die linke Seite, wo es einen stumpfen Winkel bildet (Fig. 16). Nach hinten zu wird das Infusor immer schmäler und endigt in einer stumpfen Schwanzspitze (Fig. 16 *S*). Die Bauchfläche zeigt rechts und links je einen längsgerichteten Wulst (Fig. 16 *rw.lw*). Der mittlere Theil ist auch konvex, erreicht jedoch nicht die Höhe der Wülste, welche aber nach vorn steiler abfallen, so dass in seitlicher Ansicht der mittlere Theil der Bauchfläche vorn zu sehen ist (Fig. 17). Der rechte Wulst ist höher und stärker entwickelt wie der linke. Die Rückenfläche ist stark gewölbt und besitzt einen etwa glockenförmigen Umriss (Fig. 18).

Die längsgerichteten Cilienreihen sind in Zwölfzahl vorhanden und verlaufen zum größten Theil an der Bauchseite (Fig. 16). Fünf Reihen ziehen rechts von dem etwa in der Mittellinie gelegenen Mund, sieben links. Außer diesen longitudinalen Cilienreihen entspringt eine transversale etwas rechts vom Mund, biegt vorn nach links um diesen herum, verläuft quer gegen den linken Körperrand und setzt sich endlich über die ganze Rückenseite bis zu deren rechten Rand fort (Fig. 16, 17, 18). Sie entspricht wohl sicher der sog. adoralen Zone von Nassula und anderen Chlamydodonten.

Von den longitudinalen Cilienreihen laufen die sieben, welche auf der linken Seite des Mundes gelegen sind, auf die eben beschriebene transversale Reihe zu, und endigen, nachdem sie mit ihr zusammengestoßen sind. Die drei ersten davon, vom Mund aus gerechnet, fangen an der Schwanzspitze an, die vier anderen nehmen gegen den linken Körperrand allmählich an Länge ab, so dass die siebente nur ein Viertel der Länge der ersten misst (Fig. 16).

Die fünf Cilienreihen, welche rechts vom Mund gelegen sind, verlaufen von der Schwanzspitze nach vorn, umziehen mit Ausnahme der ersten (vom Munde aus gerechnet), welche in der Gegend des Mundes plötzlich aufhört, die vor dem Mund gelegene Stirnregion in einem Bogen, indem sie nach links umbiegen, um dann rückwärts verlaufend auf die schon beschriebene transversale Cilienreihe zu stoßen; letztere entspricht daher der sog. Mundnaht (Bütschli). Die zweite und dritte dieser rechts gelegenen Reihen verlaufen ganz auf der Bauchfläche, die vierte auf dem scharfen Rand, welcher die Bauchfläche von der Rückenfläche scheidet, die fünfte zum Theil auf der Rückenseite (Fig. 16, 18).

Der Mund selbst (Fig. 16) liegt ein wenig rechts von der Mittellinie, und steht etwa $^1/_6$ der Gesammtlänge vom Vorderrand ab. Er besitzt einen gut ausgebildeten Reusenapparat (Fig. 15). Die Zahl der ziemlich dicken Stäbchen schwankt zwischen 20 und 30. Bei verschiedenen Exemplaren bemerkte ich, dass mehrere Stäbchen verdoppelt waren. Die Stäbchen selbst sind in geringer Entfernung hinter dem Mundspalt etwas nach innen geknickt, so dass der weiteste Theil des Reusenapparates etwas unter der Oberfläche liegt. Sonst sind die Stäbchen gerade und zeigen keine schraubige Drehung.

Der Mundspalt ist eng schlitzförmig.

Das Plasma, welches zwischen der Mundspalte und dem Reusenapparat gelegen ist, besitzt eine feinwabige Struktur und ist an seiner äußeren Grenze fein radiär gestreift (Fig. 15).

Der After liegt dorsal von der Schwanzspitze.

Es sind zwei kontraktile Vacuolen vorhanden, welche auf der Bauchseite liegen, und zwar eine dicht am Vorderende, die zweite etwa in der Körpermitte.

Der Macronucleus (Fig. 17 *Ma*) ist länglich oval, besitzt das gewöhnliche feinwabige Gefüge mit eingestreuten Mikrosomen und zeigt etwa in der Mitte eine Vacuole, in welcher ein Nucleolus liegt.

Der Micronucleus (Fig. 17 *Mi*) liegt dem Macronucleus an.

Es wurde sowohl Konjugation als auch Theilung beobachtet.

Phascolodon schwimmt rasch unter Rotation um seine Längsachse umher, und ist ein sehr räuberisches Thier, welches große Nahrungskörper verschlingen kann. Die von mir beobachteten Exemplare nährten sich hauptsächlich von Hämatococcen, Pandorinen, Euglenen und Bacillariaceen.

Phascolodon wurde von Stein entdeckt, jedoch hat derselbe namentlich die Körperstreifung nicht richtig beschrieben.

4. Hastatella n. g. radians n. sp. v. Erlanger.

(Fig. 19—24.)

Diese interessante freischwimmende Vorticelle wurde mit Phascolodon und Actinobolus gefunden.

Die Gestalt der Hastatella ist meist glockenförmig, doch kommen auch mehr längliche Individuen vor (Fig. 19). Die Körperlänge maß durchschnittlich 0,04 mm. Das Infusor ist ganz durchsichtig und ungefärbt. Das Hinterende ist zu einem kegelförmigen Zapfen (Fig. 19 *Z*) verschmälert, welcher stets eine deutlich geringelte Pellicula zeigte.

Dieser Zapfen endigt in einem kleinen stärker lichtbrechenden Knopf (Fig. 19 *Kn*), welcher eine feine Borste (Fig. 19 *b*) trägt. Die Pellicula des übrigen Körpers zeigt eine feine, jedoch deutliche Ringelung, welche sich bei manchen Exemplaren über den ganzen Körper erstreckte, bei anderen auf die vordere oder hintere Leibeshälfte beschränkt war.

Die Stacheln, welche diese Vorticelline charakterisiren, sind in zwei parallelen Kränzen angeordnet. Der vordere steht auf dem Peristomwulst (Fig. 19 *Pw*), der hintere etwa in der Mitte des Körpers auf einem etwas erhabenen ringförmigen Wulst.

Die Stacheln selbst (Fig. 19 *S*) sind einfache Auswüchse des Körperprotoplasmas; die an der Basis ziemlich dick beginnen und sich distalwärts allmählich zu einer Spitze verjüngen. Sie sind von einer Fortsetzung der Pellicula überkleidet. Die feinen Körner, welche das Körperplasma enthält, kommen auch im Plasma der Stacheln vor und lassen sich bis an deren Ende verfolgen, als deutlicher Beweis, dass die Stacheln einfache Auswüchse des Leibes und in diesem entsprechender Weise gebaut sind.

Die Stachelbasis schwillt kugelförmig an und geht dann in den Wulst, welcher sie trägt, über. Der Stachel selbst kann, indem er in einer durch die Längsachse des Thieres gehenden Radialebene drehbar ist, gehoben oder gesenkt werden. Die Stacheln des hinteren Kranzes können bis zur Parallelität mit der Längsachse nach hinten gesenkt und wieder gehoben werden, bis sie senkrecht zur Längsachse stehen, vermögen also einen Winkel von 90° zu beschreiben; die Stacheln des vorderen Kranzes dagegen sind einer noch ausgiebigeren Bewegung fähig und können einen Winkel von etwa 180° durchlaufen, indem sie nahezu parallel mit der Längsachse nach hinten, oder ganz nach vorn gerichtet werden können. Die ausgiebigere Drehung der vorderen Stacheln beruht auf der Einstülpung des Discus und dem Verschluss des Peristoms, worauf später eingegangen werden soll. Die Länge der Stacheln ist wechselnd, 0,02 mm, also die Hälfte der Leibeslänge scheint das Maximum zu sein. Die Stacheln des vorderen und hinteren Kranzes sind durchschnittlich gleich lang, jedoch sind die desselben Kranzes häufig nicht alle gleich groß, es kommen nicht selten in jedem Kreis zwei bis vier vor, welche etwa nur halb so lang sind wie die übrigen.

Die Zahl der Stacheln schwankt im Allgemeinen zwischen 16 und 20 und vertheilt sich ziemlich gleichmäßig auf beide Kränze.

Das Entoplasma enthält zahlreiche feine Körnchen, welche meistens in Molecularbewegung begriffen sind. Oft ist das ganze Infusor mit großen Nahrungsvacuolen (Fig. 21 *NV*) erfüllt. Es wurde ein deutliches Strömen des Entoplasma beobachtet.

Wie bei den anderen Vorticellinen ist im Umkreis der adoralen Zone ein ringförmiger Peristomsaum (*Pw*) entwickelt, welcher bei der Kontraktion das Peristom und die adorale Zone überdeckt. Der Peristomsaum ist bei Hastatella ziemlich breit, wulstförmig, und trägt, wie schon erwähnt wurde, den vorderen Stachelkranz, welcher bei der Kontraktion passiv bewegt wird, wodurch sich die ergiebigeren Stellungsveränderungen des vorderen Kranzes erklären. Die adorale

Spirale ist (Fig. 24) rechtsgewunden und beschreibt einen Umgang, sie besteht aus zahlreichen feinen und ziemlich langen Cilien und führt in das Vestibulum (Fig. 21 *vst*), in welches sie sich fortsetzt. Eine schwingende Membran wurde im Schlund beobachtet.

Die kontraktile Vacuole (Fig. 19 *Cv*) entleert sich in das Vestibulum. Der Austritt des Inhaltes zahlreicher Nahrungsvacuolen durch das Vestibulum, welcher mehrfach beobachtet wurde, berechtigt zum Schlusse, dass der After, wie bei den übrigen Vorticellinen im Vestibulum liegt. Letzteres setzt sich in einen langen Ösophagus fort, welcher bis über die Mitte des Leibes nach hinten reicht (Fig. 21 *Oes*). Es wurden auch Myoneme zur Einziehung des Discus (Fig. 21 *My*), sowie bei einem Osmiumsodapräparat eine feine radiäre Streifung des zusammengezogenen Peristomwulstes beobachtet, die wohl auf Faltung beruhte.

Der Macronucleus (Fig. 19 *Ma*) ist hufeisenförmig mit rundem Querschnitt, wie bei den meisten Vorticellinen, und zeigt die gewöhnliche feinwabige Struktur und zuweilen bläschenförmige Einschlüsse (Fig. 19 *Ma*).

Der Micronucleus (Fig. 19 *Mi*) liegt dem Macronucleus seitlich an.

Theilung wurde leider, trotz wiederholten Nachforschens nicht beobachtet, dagegen ein Befund, welcher als Konjugation gedeutet werden muss. Am Hinterende eines gewöhnlichen Exemplares war ein kleineres befestigt; beide zeigten einen gleich gebauten Macronucleus und einen sehr ansehnlichen Micronucleus.

Weiter kam ein sehr kleines Exemplar (Fig. 22) zur Beobachtung, welches im Ganzen nur acht sehr kurze breite Stacheln besaß und deutlich das charakteristische Vor- und Zurückklappen derselben zeigte. Dieses Exemplar könnte vielleicht aus einer Theilung hervorgegangen sein, doch ist dies recht fraglich.

Hastatella radians schwimmt meistens in Kreisen und ziemlich langsam herum, wobei die Stacheln rückwärts gerichtet sind (Fig. 23). Wenn sie stehen bleibt, so haftet sie sich gewöhnlich mit dem Hinterende fest. Der Stillstand erfolgt auf Einziehung des Discus, zugleich werden die Stacheln nach vorn bewegt, und zwar die vorderen um einen Winkel von nahezu 180°, die hinteren um 90° (Fig. 21). Das Thier sieht dann einer Heliozoe sehr ähnlich. Kommt es im Schwimmen mit einem anderen Thier in Berührung, oder stößt es auf einen harten Gegenstand, so steht es augenblicklich still und sträubt plötzlich die Stacheln, wesshalb diese als Schutzorgane gedeutet werden durften. Will Hastatella weiter schwimmen, so erfolgt dies mit einem Ruck, was auf heftigem Zurückklappen der Stacheln beruht.

Die Cilien strudeln bei geöffnetem Peristom fortwährend kleine

Körperchen und Bakterien herbei, aus welchen gewöhnlich auch die Nahrung besteht.

Bei der beschränkten Anzahl von freischwimmenden Vorticellen, welche bis jetzt bekannt ist, scheint ein Vergleich mit denselben am Platz, und es fordern einige eigenthümliche Gebilde, welche bei Hastatella beschrieben worden sind, ebenfalls zu einem Vergleich mit ähnlichen bei anderen Vorticellinen vorhandenen heraus.

Zunächst unterscheidet sich Hastatella von den freischwimmenden Vorticella-Arten und den Urceolarinen durch den Mangel eines hinteren Wimpernkranzes und des terminalen Myonemenkegels, welcher den Vorticellen nach ihrer Ablösung zukommt, und stimmt dagegen in dieser Hinsicht mit Gerda und Astylozoon überein. Übrigens soll der hintere Wimpernkranz bei der unter dem Namen Telotrochidium crateriforme von Kent beschriebenen freischwimmenden Vorticelle nicht selten undeutlich sein.

Die Borste, welche das Hinterende von Hastatella trägt, dürfte wohl mit den zwei terminalen Borsten, die Engelmann bei Astylozoon fallax beschrieben hat, homolog sein, ist aber keineswegs eine Springborste, wie es Engelmann für die Borsten von Astylozoon angab. Der Knopf dagegen, auf welchem die Borste sitzt, erinnert an ein Gebilde, welches sich bei Epistylis umbellaria und Vorticella microstoma findet, nämlich an einen Pfropf, welcher anscheinend den oberen Theil des Stieles ausfüllt, aber bei Ablösung vom Stiel am Körper der Vorticelline bleibt.

Die für Hastatella charakteristischen Stacheln dürften vielleicht den Borsten (Cirren, Fabre) vergleichbar sein, welche bei Cyclochaeta Jackson (Leiotrocha serpularum und Cyclocyrrha ophistricis Fabre) dicht über dem hinteren Wimpernkranz stehen. Diese Borsten sollen nach Fabre-Daumergue lang und an der Basis verdickt sein, beim ausgestreckten Thiere zurückgeklappt dem Körper anliegen, beim zusammengezogenen über die adorale Zone nach vorn ausgestreckt werden.

Es könnten diese Borsten möglicherweise auch einfache Auswüchse des Körperprotoplasmas sein, ohne die ansehnliche Dicke der Stacheln von Hastatella zu erreichen. Die Bewegungen, welche Fabre an den Borsten von Cyclochaeta beobachtet hat, stimmen jedenfalls ganz mit denen des vorderen Stachelkranzes von Hastatella überein.

Bei Durchforschung der Litteratur über Infusorien stieß ich nur auf eine einzige Angabe, welche sich möglicherweise auf Hastatella beziehen könnte. Sie findet sich bei Perty, welcher ein Infusorium unter dem Namen Actinosphaera volvens beschreibt und abbildet, von dem er Folgendes sagt: »Es kriecht nicht, sondern schwimmt, der

Leib ist klein, kugelig, mit einigen fast steifen unregelmäßigen Fortsätzen. Mit graugrünen Kugeln im Inneren, wahrscheinlich Konfervensporen. Die Fortsätze scheinen sich äußerst wenig zu verändern, und ihre verschiedene Länge durch verschiedene Projektion bedingt zu sein. In der Regel steif ausgereckt, ein paarmal schwach bewegt. Drehung um verschiedene Achsen. Durchmesser $^1/_{140}$—$^1/_{48}$'''.«

Die beigegebene Abbildung ist zu mangelhaft, als dass sich etwas Bestimmtes darüber aussagen ließe. Die Größenverhältnisse würden ungefähr stimmen, falls nur die kleinere Zahl berücksichtigt würde, eben so die Angaben über die Fortsätze; dagegen beobachtete ich niemals gefärbte Kugeln im Inneren.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Professor Bütschli, welcher diese Untersuchung anregte und fortwährend leitete und unterstützte, meinen innigsten Dank auszudrücken.

Heidelberg, den 14. November 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Folgende Bezeichnungen bedeuten durchweg:

Mp, Mundspalt; *Ma*, Macronucleus; *Mi*, Micronucleus; *Cv*, kontraktile Vacuole; *R*, Reusenapparat; *alv*, Alveolärschicht; *Az*, adorale Zone.

Tafel XXIX.

Fig. 1—8. Actinobolus radians Stein.

Fig. 1. Ein ausgestrecktes freischwimmendes Exemplar von der Seite gesehen, die Tentakel sind eingezogen. *P*, Porus der kontraktilen Vacuole; *F*, Fetttropfen; *N*, Nahrungskörper; *t*, terminale Trichocyste des Tentakels.

Fig. 2. Ein zur Kugel zusammengezogenes, stillstehendes, Exemplar, mit ausgestreckten Tentakeln.

Fig. 3. Ein ganz ausgestreckter Tentakel mit einem Theil der Alveolärschicht.

Fig. 4. Ein ganz eingezogener Tentakel mit einem Theil der Alveolärschicht.

Fig. 5. Ein theilweise ausgestreckter Tentakel.

Fig. 6, 7, 8. Enden von Tentakeln mit ausgestreckter Trichocyste.

Fig. 9—14. Chlamydodon mnemosyne Stein.

Fig. 9. Ein Exemplar von der Rückenseite beobachtet. *B*, Band.

Fig. 10. Ein Exemplar von der rechten Seite beobachtet.

Fig. 11. Reusenapparat in seitlicher Ansicht.

Fig. 12. Ein Exemplar von der Bauchseite und etwas von links beobachtet.

Fig. 13*a*. Körperchen, welche das Band zusammensetzen, von der Fläche; *b*, von der Kante gesehen.

Fig. 14. Ein etwas gepresstes Exemplar von der Bauchfläche gesehen.

Fig. 15—18. **Phascolodon vorticella Stein.**

Fig. 15. Mund und Reusenapparat von **Phascolodon vorticella** von oben gesehen. *p*, Schlundplasma.

Fig. 16. Ein Exemplar von der Bauchseite. *rw*, rechter, *lw*, linker Wulst.

Fig. 17. Ein Exemplar von der linken Seite gesehen.

Fig. 18. Ein Exemplar von dem Rücken gesehen.

Fig. 19—24. **Hastatella radians v. Erlanger.**

Fig. 19. Ein Exemplar in seitlicher Ansicht. *b*, Borste; *Z*, Zapfen; *Kn*, Knopf; *hK*, hinterer Stachelkreis; *S*, Stachel; *Pw*, Peristomwulst, das Peristom ist geöffnet.

Fig. 20. Ein Exemplar von oben gesehen. *Sp*, adorale Spirale. Das Peristom ist fast geschlossen.

Fig. 21. Ein Exemplar in seitlicher Ansicht mit geschlossenem Peristom. *My*, Myoneme; *vst*, Vestibulum; *Oes*, Ösophagus; *Nv*, Nahrungsvacuole.

Fig. 22. Kleines Exemplar (vielleicht aus einer Theilung hervorgegangen?).

Fig. 23. Schwimmendes Exemplar.

Fig. 24. Adorale Zone von oben gesehen.

Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems

Erster Beitrag. Das Kleinhirn.

Von

A. Kölliker.

Mit Tafel XXX—XXXIII.

Unsere Kenntnisse vom feineren Baue des Cerebellum haben durch die Untersuchungen von Golgi ungemein große Fortschritte gemacht und kann von dieser Zeit an eine neue Epoche datirt werden. Die wesentlichsten Errungenschaften, die wir diesem Forscher verdanken[1], sind folgende:

1) Purkinje'sche Zellen. Die bekannten Methoden von Golgi gestatteten zum ersten Male die ungemein reichen Verästelungen der sogenannten Protoplasmafortsätze dieser Zellen aufzudecken und zugleich den Beweis zu erbringen, dass dieselben keine Verbindungen unter einander eingehen. Golgi ist der Ansicht, dass die oberflächlichsten dieser Ausläufer an die bindegewebige Begrenzung der Molekularschicht des Organs und an die Gefäßwandungen sich ansetzen, hat sich dagegen über die tiefer gelegenen Endigungen nur in so fern ausgesprochen, als er dieselben weder in Nervenfasern, noch in ein nervöses Netz übergehen lässt.

An den Achsencylinderfortsätzen dieser Zellen hat Golgi die sehr wichtige Entdeckung gemacht, dass dieselben, wie diejenigen der Pyramidenzellen des Großhirns, eine gewisse Zahl feiner seitlicher Ausläufer abgeben, welche sich verästelnd wenigstens zum Theil in die Molekularschicht zurücklaufen, zum Theil in der Körnerschicht sich verbreiten.

2) Kleine Zellen der Molekularschicht. Dieselben werden durch die Golgi'schen Methoden, entgegen den Angaben vieler Autoren,

---

[1] Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso. 1886. p. 64—80. Tav. V—XII.

mit Bestimmtheit nachgewiesen, finden sich in der ganzen Dicke der betreffenden Lage in nicht unbedeutender Zahl, sind in der Gestalt mannigfachen Wechseln unterworfen und besitzen neben verästelten Ausläufern einen Achsencylinderfortsatz, über dessen genaueres Verhalten Golgi meldet, dass derselbe sich fein verästele und in sehr verschiedenen Richtungen verlaufe, unter denen besonders die horizontale hervorgehoben wird, welche die tiefsten Fasern in der Nähe der Körnerschicht häufig zeigen, von denen dann nicht selten vertikale, gegen diese Lage verlaufende ästige Fasern sich abzweigen, deren Ende nicht erkannt wurde.

3) Kleine Zellen der Körnerschicht. Diese Gebilde wurden von Golgi zuerst mit Bestimmtheit als Nervenzellen erkannt. Die Achsencylinderfortsätze derselben sind sehr zart, doch wurden in einzelnen Fällen seitliche Ausläufer derselben und auch Verbindungen dieser Fortsätze mit Nervenfasern gefunden. Die Protoplasmafortsätze dieser Zellen theilen sich spärlich, sind kurz und scheinen wie in kleinen Körnerhaufen zu enden, die immer mehreren Zellen gemeinschaftlich zukommen.

4) Größere Zellen der Körnerschicht. Finden sich beim Menschen mit spindelförmigem Zellenkörper, bei Säugern mehr rundlich polygonal, sind im Ganzen spärlich und zeichnen sich durch die außerordentlich zahlreichen Verzweigungen des Achsencylinderfortsatzes aus.

5) Die markhaltigen Nervenfasern anlangend, so ist das wichtigste, von Golgi erwähnte Faktum, dass viele derselben schon in der weißen Substanz, vor Allem aber in der Körnerschicht und Molekularschicht sehr reichlich sich verästeln, so dass deren letzte Endigungen ein dichtes Geflecht bilden, dessen Einzelnheiten nicht zu verfolgen sind. Mit diesen Verästelungen hängen nach Golgi zusammen: 1) die Nervenfortsätze der kleinen Zellen der Körnerschicht, 2) die seitlichen Ausläufer derer der Purkinje'schen Zellen, 3) die Nervenfortsätze der kleinen Zellen der Molekularschicht. Als eigenthümlichsten Theil dieses Geflechtes schildert Golgi die Theile, die in den Grenztheilen der Körner- und Molekularschicht sich finden und viele gröbere und feinere horizontal verlaufende Elemente darbieten.

Neben Golgi ist dann vor Allem Ramón y Cajal zu nennen, der mit der schnellen Erhärtungsmethode von Golgi (chromsaures Kali mit Osmium und Silber) eine Anzahl wichtiger Thatsachen auffand[1], für welche die Belege bei dem letzten anatomischen Kongresse in Berlin gegeben wurden. Die hauptsächlichsten dieser neuen Erfahrungen sind folgende:

---

[1] Rivista trimestrial de Histologia normal y patológica. No. 2, Aug. 1888, p. 33—42; Taf. VI; Nr. 3 y 4, März 1889, p. 107—118, Taf. XII; Intern. Monatsschr., Bd. VI, Heft 4 u. 5, p. 158—174, Taf. XVIII, XIX.

1) Kleine Nervenzellen des Stratum granulosum. Die verästelten Fortsätze dieser Zellen enden mit einem kleinen Büschel dicht stehender kurzer Äste, wogegen die Achsencylinderfortsätze ohne Ausnahme in die Molekularschicht aufsteigen und in dieser in feine longitudinale (den Windungen parallel verlaufende) Elemente übergehen, die diese Lage in ihrer ganzen Dicke einnehmen und überall zwischen den Ausläufern der blattförmig verzweigten, in der Querrichtung der Windungen stehenden Purkinje'schen Zellen durchziehen. Nachdem die genannten Achsencylinderfortsätze senkrecht in die Molekularschicht eingetreten sind, theilen sie sich in dieser in verschiedenen Höhen unter rechten Winkeln in je zwei longitudinale Fäserchen von 0,2—0,5 μ, die nach einem Verlaufe von 0,2—0,8—1,0 mm ohne Verästelung frei enden. Die Zahl dieser varicösen longitudinalen Fäserchen ist so groß, dass Querschnitte der Windungen durch dieselben fein und dicht punktirt, senkrechte Längsschnitte und tangentiale Schnitte dicht längsstreifig erscheinen. In sehr seltenen Fällen zeigen die Achsencylinderfortsätze der betreffenden Zellen mehr als zwei longitudinale Ästchen, oder zweigen sich von den longitudinalen Fasern senkrechte Fäserchen ab, deren Bedeutung nicht erkannt wurde.

2) Kleine Nervenzellen der Molekularschicht. Die bemerkenswertheste Thatsache, welche Ramón y Cajal über diese Elemente aufgedeckt hat, ist die, dass die Achsencylinder aller tiefen, d. h. der Körnerschicht näher gelegenen solchen Elemente in eigenthümliche Büschel oder Körbe sich fortsetzen, welche die Körper der Purkinje-schen Zellen umfassen und wie Hüllen für dieselben bilden. Diese Achsencylinder sind, wie die betreffenden Zellen selbst, wesentlich in der Querrichtung der Windungen ausgedehnt, kreuzen sich somit mit den eben erwähnten longitudinalen Fäserchen und bilden eine spärlichere, aber von stärkeren Elementen gebildete Querfaserung, die besonders in der tiefen Hälfte der Molekularschicht ausgesprochen ist. An diese schließen sich dann senkrechte Fasern an, von denen die stärksten absteigenden die Hüllen der Purkinje'schen Zellen bilden, während andere aufsteigende zum Theil zartere solche Fasern von den Körpern der betreffenden Zellen oder von ihren Achsencylinderfortsätzen senkrecht nach außen abgehen.

3) In der Rinde des Cerebellum fand Ramón y Cajal auch besondere verästelte Fasern, die aus der Körnerschicht in die Molekularlage eintreten, von denen er drei Arten annimmt.

a) Fasern, welche aus der Körnerschicht in die Molekularlage eintreten und da mit einer verästelten Ausbreitung enden (Riv. trimestrial, Aug. 1888, Taf. VI, Fig. 3; März 1889, Taf. XII, Fig. 5; Internat. Monatsschrift, Bd. VI, Taf. XVIII, Fig. 1*a f*; Taf. XIX, Fig. 10).

Diese Fasern von erheblicher Stärke verlaufen geschlängelt in der Körnerschicht und theilen sich in der Molekularlage in ein Bäumchen von reicher Verästelung bei den Vögeln, minderer Verzweigung bei den Säugern, dessen Äste oft wie aus zwei Fasern bestehen und frei auslaufen. Die Herkunft dieser Fasern blieb Ramón y Cajal verborgen, doch konnte er sie in gewissen Fällen bis an die weiße Substanz heran verfolgen.

b) Fasern, welche der weißen Substanz entstammend in der Körnerschicht sich verästeln und im Verlauf, an den Theilungsstellen und an den Enden, moosartige Anhänge tragen, wesshalb Ramón y Cajal dieselben »Fibras musgosas«, Moosfasern, nennt. Abgebildet sind diese Fasern in Riv. trimestrial, März 1889, Taf. XII, Fig. 1*d*, *e*. Die Mehrzahl der Fasern, die aus der weißen Substanz in die Körnerschicht treten, sollen diese Beschaffenheit zeigen und die eigenthümlichen Anhänge derselben, besonders bei jungen und neugeborenen Säugern, schön entwickelt sein. Die letzten Enden dieser Moosfasern, von denen jede oft 20—30 Nebenverästelungen besitzt und über einen großen Bezirk sich ausdehnt, finden sich verfeinert in der Höhe der Purkinje'schen Zellen und scheinen in longitudinale Fäserchen überzugehen. Ramón y Cajal ist geneigt diese Fasern für sensible Endfasern von Achsencylindern peripherischer Nervenzellen zu halten, und stützt sich bei dieser Hypothese auf die von ihm nachgewiesenen Thatsachen, 1) dass der Nervus opticus im Lobus opticus der Vögel mit freien Verästelungen ende und 2) dass auch die sensiblen Wurzelfasern im Mark in ähnlicher Weise auslaufen.

c) Fasern, welche von der Körnerschicht aufsteigend in Nestern (Nidos cerebellosos) enden, die die Purkinje'schen Zellen von innen her umfassen (Riv. trimestr., März 1889, Taf. XII, Fig. 1*a*, *b*, *c*).

Bei neugeborenen und jungen Säugern fand Ramón y Cajal besondere Umhüllungsfasern der Purkinje'schen Zellen, die von spärlich verästelten Fasern abstammten, die aus der Körnerlage von innen her an die genannten Zellen treten und dieselben mit einem dichten Faserfilz umgeben. Sollte dieses Netz auch bei erwachsenen Geschöpfen sich finden, so würden die Purkinje'schen Zellen von zwei Seiten her von Fasern umsponnen werden, einmal von den eben erwähnten Fasern aus, und zweitens von den absteigenden Büscheln der Achsencylinderfortsätze der kleinen Nervenzellen der Molekularschicht, die oben sub 2 erwähnt wurden, eine Anordnung, die vorläufig ganz räthselhaft erschiene.

4) Von den Zellen des Cerebellum erwähnt Ramón y Cajal außer dem sub 1 und 2 Gemeldeten noch Folgendes:

a) Die Achsencylinderfortsätze der Purkinje'schen Zellen haben unter ihren Nebenausläufern auch solche, die, wie schon Golgi dies beschrieben hatte (Hauptwerk p. 67), in die Molekularschicht zurücklaufen.

b) Von den großen Zellen der Körnerschicht, die wir durch Golgi genauer kennen, beschreibt Ramón y Cajal den Achsencylinderfortsatz, eben so wie Golgi, ungemein reich verästelt (Riv. trimestr., März 1889), Taf. XII, Fig. 2*f* und *g*).

5) Von den markhaltigen Fasern des Cerebellum erwähnt Ramón y Cajal keine Verästelungen.

Mit Bezug auf die Frage, welche von den Fasern, welche die Golgische Methode nachweist, markhaltig seien, vermuthet derselbe, dass möglicherweise hierher gehören einmal die letzten Enden der »Fibras musgosas«, und zweitens die in die Molekularschicht einbiegenden Äste der Achsencylinderfortsätze der Purkinje'schen Zellen, welche beide in die markhaltigen longitudinalen Fäserchen der Molekularlage übergehen könnten. Für marklos hält Ramón y Cajal die Achsencylinder der Körnerzellen, diejenigen der kleinen Zellen der Molekularlage und der großen Zellen der Körnerlage. In Betreff der oben unter 3 a und c erwähnten Fasern äußert sich Ramón y Cajal nicht.

Als Belege für seine neuen Beobachtungen über den Bau des Cerebellum hatte Ramón y Cajal beim Anatomenkongresse in Berlin im Oktober 1889 eine Reihe Präparate aufgestellt, welche mir, namentlich für die wichtigen Punkte 2 und 3, vollbeweisend erschienen. Später erhielt ich durch die Güte dieses Gelehrten eine Reihe von Präparaten, die bei sorgfältiger Durchmusterung mich noch mehr von der Richtigkeit vieler seiner Angaben überzeugten. Hierauf nahm ich meine eigenen älteren, nach der langsamen Methode von Golgi mit chromsaurem Kali und Höllenstein hergestellten Präparate vor und fand dann an denen vom Menschen, von denen die kleinen Zellen der Molekularschicht mir schon längst bekannt waren, auch die Ausläufer derselben, welche korbartig die Purkinje'schen Zellen umgeben. Dagegen waren die kleinen Zellen der Körnerschicht und ihre Ausläufer, die longitudinalen Fasern der Molekularschicht, hier nirgends deutlich. Anders verhielt sich die Sache bei der Katze, bei der fast ohne Ausnahme die longitudinalen Fasern der Molekularschicht deutlich waren, und auch die kleinen multipolaren Zellen der Körnerlage, von denen dieselben ausgehen, sehr zierlich zur Beobachtung kamen. Außerdem wurden viele neue Präparate nach der schnellen Methode von Golgi (chromsaures Kali und Überosmiumsäure und Höllenstein), die Ramón y Cajal besonders lobt, dargestellt und an diesen bei der Katze und zum Theil auch beim Menschen viele wichtige Strukturverhältnisse der Rinde des Cerebellum nachgewiesen. Immerhin muss auch ich der Klage mich anschließen, dass diese Präparate oft misslingen, und dass nur selten an Einer Stelle alle wesentlichen Theile gefärbt gefunden werden, während allerdings häufig Präparate gewonnen werden, die hier die Purkinje'schen Zellen, dort die kleinen Körnerzellen und longitudinalen Fasern, wieder an anderen Orten die kleinen Zellen der Molekularlage, die transversalen Fasern und ihre Faserkörbe deutlich zeigen. Am leichtesten färben sich die Purkinje'schen Zellen, die Gliazellen der weißen Substanz und die longitudinalen und transversalen Fasern der Molekularschicht, am schwierigsten die kleinen Zellen der Körnerlage und der äußeren Theile der Molekularschicht, dann die großen Zellen der Körnerlage.

Ferner beachte man, dass die Silberniederschläge, welche alle diese Elemente deutlich machen, ungemein wandelbare Bildungen sind, und bald stärker, bald schwächer auftreten. Im Allgemeinen habe ich nur Elemente mit den zartesten, aber noch zusammenhängenden Niederschlägen als naturgemäße angesehen, alle anderen bis zu einem gewissen Grade als Abweichungen. Anders ausgedrückt habe ich bei allen Zellen und Fasern, die gut und zusammenhängend gefärbt waren, nur diejenigen mit den geringsten gefundenen Durchmessern als den natürlichen Bildungen entsprechend aufgefasst. Ferner wurden Varicositäten, unregelmäßige Anschwellungen etc. im Allgemeinen nicht beachtet. Im Übrigen erwäge man, dass man ja bei manchen Elementen, wie bei den Purkinje'schen Zellen, den Pyramidenzellen des Großhirns, den multipolaren Zellen des Markes, die alle leicht sich isoliren lassen, Gelegenheit hat, natürliche Objekte mit Präparaten, die nach der Golgi'schen Methode angefertigt wurden, zu vergleichen und sich davon zu überzeugen, dass die letztere in vielen Fällen ganz sichere Ergebnisse liefert.

In neuester Zeit habe ich auch ältere Embryonen, neugeborene und junge Thiere von Säugern untersucht, und bei diesen zum Theil sehr schöne Ergebnisse erhalten. Vor Allem möchte ich betonen, dass bei solchen Geschöpfen durch die Golgi'sche Methode nicht nur Nervenzellen mit ihren verschiedenartigen Fortsätzen, sondern auch Nervenfasern sich färben, die noch nicht markhaltig sind.

Den Nachweis dieser Thatsache verdanken wir Ramón y Cajal, der bei seinen Untersuchungen über das Rückenmark von Embryonen des Hühnchens und von Säugethieren (Riv. trimestrial, März 1889, Fig. 79) die Beobachtung machte, dass ein guter Theil der Längsfasern aller Stränge, und viele unter rechten Winkeln von denselben in die graue Substanz abgehende Seitenästchen sich färben. Ich kann diese ungemein wichtigen Erfahrungen, die ein ganz neues Licht auf die Beziehungen der Elemente des Rückenmarks zu einander werfen, nach allen Seiten bestätigen, und werde in einem zweiten Artikel Gelegenheit haben, genauer auf dieselben einzugehen. Mit Bezug auf die Frage, die ich hier berührte, wird übrigens noch weiter zu ermitteln sein, ob die Golgi'sche Methode nicht auch unter Umständen feine bereits markhaltige Fasern färbt, worüber unten mehr. Von marklosen Fasern, die durch dieselbe sich schwärzen, nenne ich nach meinen neuesten Erfahrungen noch diejenigen des Sympathicus des Kalbes.

Da die neuen Beobachtungen von Ramón y Cajal über das kleine Gehirn noch von Niemand bestätigt, oder auch nur überhaupt gewürdigt wurden, und selbst diejenigen von Golgi nur von Wenigen nachuntersucht worden sind, so wird es wohl nicht als überflüssig erscheinen, wenn ich im Folgenden meine eigenen Erfahrungen über den feinsten Bau des Cerebellum, so weit dieselben für einmal gehen, mittheile.

1) Kleine Nervenzellen der granulirten oder rostfarbenen Lage oder kleine Körnerzellen. Diese Elemente habe ich bis jetzt nur bei der erwachsenen Katze genauer untersucht, und zwar sowohl an Präparaten, die nach der langsamen Methode von Golgi dargestellt, als auch an anderen, die nur kurze Zeit mit der Mischung von chromsaurem Kali und Osmiumsäure, und dann mit Silber behandelt worden waren. In beiderlei Präparaten, vor Allem aber schön an den ersteren, fand ich diese Nervenzellen genau so, wie sie Ramón y Cajal beschreibt, mit kurzen Protoplasmafortsätzen und langen nervösen Ausläufern, wie ich der Kürze halber die Achsencylinderfortsätze in Zukunft nennen will. Die Fig. 1 *1*—*4* zeigt vier solche Zellen aus Gehirnen, die langsam behandelt worden waren, an denen die Protoplasmafortsätze (*p*) als 10—40 μ lang, meist einfach und an den Enden kurz ästig erscheinen. Der nervöse Fortsatz (*n*) entspringt gewöhnlich von einem der anderen Fortsätze (Fig. 1 *2*, *3*, *4*), nur selten von dem Zellenkörper (Fig. 1 *1*) und dringt mit geschlängeltem Verlaufe und als sehr feiner kaum messbarer Anhang nach außen in die molekuläre Lage. An solchen Präparaten sind in der Regel nur vereinzelte kleine Körnerzellen gefärbt, so dass dieselben sich leicht in

ihren Einzelnheiten verfolgen lassen, doch findet man auch Stellen, an denen allem Anscheine nach zwei, drei und mehr Zellenkörper wie zu einem größeren dunklen Körper zusammengebacken sind, von dem dann eine größere Anzahl der typischen nervösen und verästelten Fortsätze ausgehen. Eine Färbung aller oder der Mehrzahl der Körner und ihrer Ausläufer sah ich an solchen Präparaten nie, wohl aber erzielte ich eine solche an den rasch behandelten Objekten, in denen dann die rostfarbene Lage so aussah, wie die Fig. 2 es wiedergiebt, Präparate, die dann natürlich weniger geeignet waren, um die Einzelverhältnisse der kleinen Nervenzellen zu prüfen.

Der Nachweis des genaueren Verhaltens der nervösen Fortsätze der genannten Zellen ist eine der wichtigsten Errungenschaften, die wir Ramón y Cajal verdanken, und kann ich auch hier nicht anders, als vollkommen mit ihm übereinzustimmen. Es ist an geeigneten Präparaten durchaus nicht schwer, die fraglichen nervösen Fortsätze bis in die Molekularschicht zu verfolgen (Fig. 3) und nachzuweisen, dass dieselben hier zu longitudinalen Elementen sich umgestalten, nachdem sie vorher in zwei Ästchen sich getheilt haben, von denen jedes mit dem Stämmchen einen rechten Winkel bildet (Fig. 4). Eben so erkennt man an vielen Orten, dass diese longitudinalen Fäserchen da und dort scheinbar frei enden, und hier und da gelingt es auch ein Fäserchen der Art von der Theilungsstelle an weit bis zu seinem scheinbaren Ende zu verfolgen und seine Länge zu bestimmen, die Ramón y Cajal zu 0,8 bis 1,0 mm angiebt, und die ich bei der Katze für den einen der Theilungsäste auf 0,20—0,42 mm bestimmte. Hierbei muss allerdings noch besonders betont werden, wie dies auch Ramón y Cajal thut, dass die scheinbaren freien Enden dieser Elemente möglicherweise doch keine solchen sind, indem sich unmöglich bestimmen lässt, ob das Silber diese Fäserchen in ihrer ganzen Länge gefärbt hat. An dünnen Schnitten erscheinen diese Elemente auch oft kürzer, weil ihre Enden abgeschnitten sind, und darf man an solchen keine Bestimmungen ihrer Länge versuchen.

Die Menge dieser longitudinalen Fäserchen ist an guten Präparaten des Cerebellum der Katze eine ungemein große, und zeigen longitudinale senkrechte und tangentiale Schnitte von Windungen dieselben in Gestalt einer sehr dichten und feinen Streifung (Fig. 5) von Fäserchen, die meist geschlängelt und zart varicös erscheinen und die ganze Dicke der Molekularschicht bis in ihre äußersten Lagen durchsetzen. Eben so genaue Aufschlüsse über diese Elemente geben Querschnitte der Windungen, an denen diese Fäserchen als feine Pünktchen oder Strichelchen sich darstellen, die alle Zwischenräume zwischen den

Verästelungen der Purkinje'schen Zellen einnehmen. In beiden solchen Schnitten kommen auch die senkrecht aufsteigenden Stämmchen der longitudinalen Fäserchen zum Vorschein, und an Längsschnitten auch deren Theilungen.

Ausnahmsweise kommen an diesem longitudinalen Fasersysteme auch besondere Verhältnisse vor. Als solche mache ich mit Ramón y Cajal namhaft erstens das Auftreten von Ästchen an den senkrechten Stammfasern innerhalb der Molekularlage, welche in longitudinale Fäserchen übergehen, und zweitens das Vorkommen von scheinbaren Stammfasern, die unter rechtem Winkel nur in Eine longitudinale Faser übergehen. Ramón y Cajal denkt daran, dass eine solche Faser auch ein Ende einer longitudinalen darstellen und — da er dieselbe nie mit einer kleinen Körnerzelle in Verbindung sah, wohl aber bis gegen die weiße Substanz verfolgte — vielleicht in eine markhaltige Faser derselben übergehen könnte.

Noch mache ich in Betreff dieser longitudinalen Fäserchen auf Folgendes aufmerksam. Am leichtesten färben sich dieselben in den innersten Theilen der Molekularschicht, bis etwa zur Hälfte derselben, seltener in der ganzen Dicke dieser Lage. Ferner treten die Färbungen häufig nicht gleichmäßig, sondern stellenweise auf, so dass zwischen größeren oder kleineren Bündeln derselben Strecken vorkommen, in denen gar keine solchen Fäserchen gefärbt sind. Endlich beachte man, dass gewisse Schnitte diese Fäserchen als scheinbar senkrecht in der Molekularschicht aufsteigende zeigen, und zwar alle Querschnitte der Enden von Windungen.

Sind diese so auffallenden longitudinalen Fäserchen und die nervösen Fortsätze der kleinen Nervenzellen der rostfarbenen Lage überhaupt markhaltig? Ramón y Cajal hat dies, wie wir oben sahen, verneint, und auch ich kann nicht anders als diese Frage als noch nicht spruchreif bezeichnen, doch soll dieselbe später bei Schilderung der markhaltigen Fasern des kleinen Hirns ausführlich zur Besprechung kommen.

2) Die rostfarbene Lage des kleinen Hirns enthält außer kleinen auch größere, von Golgi entdeckte multipolare Zellen (s. oben). Ramón y Cajal hat diese Zellen bestätigt und die Verästelungen ihres nervösen Fortsatzes eben so reich gefunden wie Golgi. Ich kenne diese Zellen von der Katze, von Embryonen des Rindes und Schweines und von jungen Hunden (Fig. 3, 14—16) ebenfalls, es ist jedoch nicht leicht ihre Achsencylinderfortsätze so weit zu verfolgen, wie die genannten Forscher und zeigt Fig. 14 den schönsten Fall der Art, den ich sah. So viel ich finde, sind diese großen Körnerzellen, wie

ich dieselben heißen will, eher spärlich, wenigstens findet man an manchen größeren guten Schnitten keine einzige, andere Male allerdings auch mehrere beisammen, wie in der Fig. 3. Dieselben sind weit kleiner als die PURKINJE'schen Zellen, liegen entweder an der äußeren Grenze der Körnerschicht, zum Theil fast in einer Höhe mit den PURKINJE'schen Zellen (Fig. 3, 15), zum Theil mitten in dieser Lage drin (Fig. 16), oder selbst an der inneren Grenze derselben gegen die weißen Markblätter zu. Von einem eckigen Zellenkörper gehen nach verschiedenen Seiten drei bis sechs und mehr verästelte Fortsätze aus, die theils zwischen den Körnern verlaufen, theils in die Molekularschicht hineinziehen, und in derselben oft weit nach außen zu verfolgen sind (Fig. 16), außerdem aber auch, wie ich einmal in den tieferen Theilen des Cerebellum wahrnahm, in die weiße Substanz eindringen können (Fig. 15).

3) Von den Nervenzellen der Molekularlage des Cerebellum verdienen vor Allem die kleinen Nervenzellen dieser Schicht mit Rücksicht auf die neuen Angaben des spanischen Forschers, die ich nicht umhin kann, als wesentlich richtig anzuerkennen, alle Beachtung. Ich theile die Nervenzellen dieser Lage in zwei Gruppen, größere und kleinere, von denen die ersteren im Allgemeinen die innere tiefere, die anderen die äußere Hälfte der betreffenden Schicht einnehmen. Während diese letzteren den gewöhnlichen Bau multipolarer Nervenzellen besitzen (Fig. 11), zeigen die anderen ein sehr auffallendes Verhalten des nervösen Fortsatzes, der, wie GOLGI und RAMÓN Y CAJAL entdeckt haben, transversal verlaufend in einer gewissen Entfernung der Grenzlinie zwischen Molekular- und granulirter Schicht folgt, jedoch diesseits der Körper der PURKINJE'schen Zellen, d. h. oberflächlicher als diese gelegen ist. Diese transversale Faser nun giebt nach RAMÓN Y CAJAL unter rechten Winkeln Fortsätze nach innen ab, die mit zahlreichen Verästelungen die PURKINJE'schen Zellenkörper korbartig umhüllen. Abbildungen sprechen besser als Worte, und verweise ich zunächst auf die Fig. 7 bis 10, welche vier nach der Natur getreu dargestellte solche Elemente von der Katze darstellen. Die Körper der betreffenden Zellen messen 20—25 μ und sind meist in die Länge gezogen, auch wohl drei- bis fünf- und mehreckig mit querstehendem größerem Durchmesser. Außer dem nervösen Fortsatze *n* entsenden dieselben eine gewisse Zahl von Protoplasmafortsätzen (*pr*), welche, meist nach außen tretend, in gewöhnlicher Weise sich verästeln und fein auslaufend, zum Theil bis in die äußersten Lagen der Molekularschicht sich erstrecken. Der sogenannte nervöse Fortsatz RAMÓN Y CAJAL's ist eine sehr eigenthümliche Bildung. Fein am Zellenkörper beginnend, wird derselbe in seinem horizontalen

und transversalen Verlaufe bald um das Zwei- bis Vierfache und mehr dicker und streicht in langem Verlaufe über den PURKINJE'schen Zellenkörpern hin, um denselben von Stelle zu Stelle Äste abzugeben, wie die Fig. 7—10 dies darstellen.

Diese senkrechten absteigenden Äste (*p*) gehen bald mit einer starken, bald mit einer feinen Wurzel ab, zeigen Anfangs häufig gröbere Verästelungen und enden schließlich alle so, dass jeder Ast und jedes Ästchen in ein ganzes Büschel oder einen Pinsel von Endfasern (*fk*) sich umgestaltet, welche die PURKINJE'schen Zellen korbartig umgeben und in ihrem genaueren Verhalten schwer zu enträthseln sind. Nach Allem, was ein sorgfältiges Studium dieser »Faserkörbe« oder Faserpinsel mir ergab, möchte ich glauben, dass die Zweigelchen derselben unter einander sich nicht verbinden, sondern frei enden. Ebenfalls nicht leicht zu ermitteln sind die Beziehungen der Faserkörbe zu den PURKINJE'schen Zellen. Mir scheinen, wie Quer- und Längsschnitte lehren, die beiderlei Theile nur juxtaponirt zu sein, so jedoch, dass die Körbe nicht immer genau nur die Zellenkörper umgeben, sondern häufig mit einzelnen Ausläufern noch weiter in die Körnerschicht eindringen und deren Achsencylinderfortsatz eine Strecke weit umhüllen. Sehr bemerkenswerth ist ferner, dass, wie RAMÓN Y CAJAL richtig meldet, sehr oft pinselförmige absteigende Ausläufer mehrerer Zellen an der Bildung Eines Faserkorbes sich betheiligen. Man sieht nämlich nicht selten von verschiedenen transversal verlaufenden nervösen Fortsätzen, die einander parallel über den PURKINJE'schen Zellen dahinziehen, absteigende pinselförmige Ausläufer zu einem und demselben Faserkorbe sich begeben (Fig. 19) und eben so oft treten (Fig. 8) mehrere Faserpinsel, die einer und derselben Zelle angehören, zur Bildung Eines Faserkorbes zusammen.

RAMÓN Y CAJAL ist der Ansicht, dass die betreffenden Zellen nur Einen Fortsatz besitzen, der Faserkörbe bildet, und habe auch ich in allen Fällen, in denen eine sichere Beobachtung sich anstellen ließ (Fig. 7—10), die Verhältnisse so gesehen.

Außer den absteigenden, an der Bildung der Faserkörbe sich betheiligenden Ausläufern, geben die nervösen Fortsätze der fraglichen Zellen, wenn auch nicht häufig, doch hier und da nach der Oberfläche der Molekularschicht zu zartere Fortsätze ab, die wie gewöhnliche Protoplasmafortsätze sich verhalten (GOLGI, Tab. XI a; RAMÓN Y CAJAL, Taf. XVIII, Fig. 5 *a*, in der ein einziger solcher Fortsatz gezeichnet ist, Taf. XIX, Fig. 6 mit drei, Fig. 9 mit fünf solchen Ausläufern; meine Fig. 9 mit einem solchen Ästchen *p*'').

Querschnitte der Windungen des Cerebellum, an denen die fraglichen Bildungen durch Silber gut gefärbt, die PURKINJE'schen Zellen dagegen nur unvollkommen ausgeprägt sind, ergeben, wenn dieselben nicht zu fein sind, eigenthümliche Bilder (Fig. 18). In der tieferen Hälfte der Molekularlage zieht sich über den PURKINJE'schen Zellen ein Gewirr von transversalen und vertikalen Fasern hin, untermengt mit einzelnen kleineren mehr querstehenden Zellenkörpern. Die queren Fasern liegen oberflächlicher und können sogar die Mitte der Molekularlage erreichen, während die vertikalen nach der Körnerschicht zu ausstrahlen, und bevor sie diese erreichen, zu eben so vielen Faserkörben zusammentreten, als PURKINJE'sche Zellen da sind. Diese Faserkörbe bilden in der Grenzzone beider Lagen der grauen Substanz eine ununterbrochene Reihe von kegelförmigen Gebilden (*fk*), deren Spitze gegen die Körnerlage gerichtet ist, und deren Basis in die von den Querfasern ausgehenden absteigenden Fasern sich auflöst.

Die Zellen, die an der Bildung der eben beschriebenen Faserkörbe sich betheiligen, die der Einfachheit wegen Korbzellen genannt werden sollen, gehören, wie schon bemerkt, den tieferen Gegenden der Molekularschicht an, ohne dass sich eine bestimmte Grenze angeben ließe, bis zu welcher sie gehen. Als Anhaltspunkt möge dienen, dass bei der Katze, bei einer Breite der Molekularschicht von 0,36 bis 0,45 mm die oberflächlichsten transversal verlaufenden nervösen Fortsätze der Korbzellen in einem Abstande von 0,14—0,18 mm von der Körnerschicht sich fanden. Dieselbe Länge besaßen somit auch die absteigenden pinselförmigen Ausläufer dieser Fasern, während die kürzesten Faserpinsel nicht mehr als 0,054 mm maßen. Die Zahl der transversalen Elemente der nervösen Fortsätze ist in dünnen Querschnitten der Molekularschicht sehr wechselnd. In einigen Gegenden finden sich nur zwei oder drei, in anderen fünf, sechs und mehr, und eben so ist auch die Menge der Korbzellen sehr verschieden. Jedenfalls richtet sich die Menge dieser Elemente nach der Zahl der PURKINJE'schen Zellen, und ist daher spärlicher, wo diese selten sind, wie im Grunde der Furchen. Außerdem mögen auch noch andere Varianten vorkommen, namentlich in der Länge der nervösen Fortsätze und der Zahl ihrer Pinsel. Diese Länge ist jedenfalls sehr erheblich, wie auch die Abbildungen von GOLGI und RAMÓN Y CAJAL lehren, und maß ich solche von 0,6 mm. Da man jedoch nie eine solche Faser von ihrem Anfange bis zum Ende zu verfolgen im Stande ist, so ist auch vorläufig die wirkliche Länge derselben nicht zu bestimmen. Wirkliche Enden der transversalen Fasern sieht man übrigens häufig genug, und sehen dieselben so aus, wie das rechte Ende der transversalen Faser der Fig. 8.

Beim Menschen messen die Korbzellen 11—20 μ, die Molekularlage 0,15—0,40 mm, und der Theil dieser Schicht, in welchem transversale Fasern sich finden, 0,12—0,22 mm. Dieselbe Länge haben somit auch die längsten Pinselfasern, während die kürzesten 0,07 bis 0,08 mm betragen. Die Länge der transversalen Fasern, die hier in der Regel feiner sind als bei der Katze, scheint beim Menschen größer zu sein als bei der Katze, wenigstens fand ich hier Fasern von 0,95 mm Länge, ohne behaupten zu können, dass dieselben in ihrer ganzen Ausdehnung erhalten waren.

Nach Beschreibung dieser merkwürdigen Korbzellen, ihrer Ausläufer und den Faserkörben liegt es nahe, die Frage aufzuwerfen, ob dieselben wirklich nervöse Elemente darstellen, als welche Ramón y Cajal und auch, so weit dieselben ihm bekannt waren, Golgi sie betrachten, oder Gliazellen und erinnert man sich bei dieser Gelegenheit, dass bereits Gierke von Neurogliahüllen der Purkinje'schen Zellen spricht[1]. Da durch Silber nach Golgi's Methoden Neuroglia-Elemente und Nervenzellen sich färben, so ist eine Entscheidung nicht leicht und bleibt eine solche in erster Linie dem Takte und der Erfahrung des Einzelnen überlassen. Von dieser Seite her stelle ich mich entschieden auf die Seite von Golgi und Ramón y Cajal, doch möchte ich auch noch an Thatsächlichem Folgendes beibringen. Erstens finden sich zwischen den Korbzellen und den übrigen kleinen unzweifelhaften Nervenzellen der Molekularlage des Cerebellum, abgesehen von dem Vorkommen der Faserkörbe, alle Übergänge, und haben auch die ersteren oft lange transversale Fortsätze (s. bes. Ramón y Cajal, Taf. XVIII, Fig. 5). Zweitens haben die Gliazellen ohne Ausnahme zahlreichere, von allen Seiten abgehende Äste mit langen, meist spitzwinkeligen Verzweigungen; drittens endlich sind die Korbzellen, wie Nervenzellen, an Golgi'schen Präparaten tief schwarz, Gliazellen mit röthlichem oder gelbbraunem Schimmer.

Ich deute somit die Korbzellen als Nervenzellen und füge noch bei, dass auch Gierke Andeutungen derselben gesehen zu haben scheint. Denn am angegebenen Orte erwähnt er auf p. 186 bei Gelegenheit der Schilderung der kleinen Nervenzellen der Molekularschicht, dass diese Elemente in der Nähe der Purkinje'schen Zellen zahlreicher und größer seien, vielfach einen ovalen Zellenkörper besitzen, und dass ihre stärkeren Ausläufer bestimmte Richtungen einschlagen. Offenbar hat Gierke mit diesen Bemerkungen Ramón y Cajal's und meine Korbzellen im Auge, und betone ich daher noch ganz besonders, dass Gierke eine Verwechslung dieser Zellen mit Gliazellen für ganz unmöglich erklärt.

Wenn nun auch die Korbzellen Nervenzellen sind, so stellen dieselben jedenfalls Bildungen ganz eigener Art dar, indem sonst nirgends so eigenthümliche Beziehungen von Ausläufern von Nervenzellen zu anderen solchen Zellen nachgewiesen sind. Es ist dies jedoch sicherlich kein Grund gegen diese Deutung, indem gerade die neuen Untersuchungen über den Bau der Netzhaut und auch über das Gehirn (man vgl. nur die wichtigen Mittheilungen von Ramón y Cajal über den Bau des Lobus opticus der Vögel) lehren, dass wir noch viel Auffallendes von einem weiteren Eindringen in dieses Gebiet zu erwarten haben. Und im Rückenmark bilden ja, wie Ramón y Cajal entdeckt hat, die seitlichen Äste der Nervenfasern der hinteren Stränge (die Fibras colaterales de conexion von Ramón y Cajal), nachdem sie die gelatinöse Substanz von Rolando durchsetzt haben, schließlich feine Verästelungen, welche die multipolaren Zellen in ähnlicher Weise umgeben wie die eben beschriebenen Faserkörbe der Korbzellen die Purkinje'schen Zellen (Riv. trimestr., März 1889, p. 91, 92), Angaben, die ich am Mark von Säugethierembryonen vollkommen bestätigt finde, und auch auf die Fibras colaterales der Fasern der Vorder- und Seitenstränge ausdehnen kann.

---

[1] Die Stützsubstanz des centralen Nervensystems. II. Theil. in: Archiv für mikr. Anat. Bd. XXVI. p. 188.

Eine große Zahl der kleinen Nervenzellen der Molekularschicht des Cerebellum nimmt an der Bildung der Faserkörbe keinen Antheil, und zählen hierher im Allgemeinen die Zellen der äußeren Hälfte dieser Lage, und wie es scheint auch einzelne tiefer gelegene, die einfach wie multipolare Zellen sich verhalten (Fig. 12). Ein nervöser Fortsatz scheint an allen diesen Zellen vorhanden zu sein, doch weiß ich, eben so wie Golgi und Ramón y Cajal, vorläufig nichts Näheres über denselben zu berichten, und habe auch bis anhin keine Verästelungen desselben gesehen. Die Faserkörbe sind bei der Katze und auch beim Menschen leicht nachzuweisen, und einer von den Theilen, die zur Darstellung am wenigsten Schwierigkeiten machen, abgesehen von ihren Beziehungen zu den betreffenden Zellenkörpern, deren Nachweis nur an glücklichen feinen Schnitten gelingt.

4) Die Purkinje'schen Zellen werden mehr nur der Vollständigkeit wegen abgehandelt, und gebe ich hier das Bild eines der schönsten der von mir gesehenen solchen Elemente vom Menschen (Fig. 13). Merkwürdigerweise erhält man diese Zellen, wie schon die Abbildungen von Golgi lehren, aus dem Gehirn des Menschen nach dem langsamen Golgi'schen Verfahren in wunderbarer Schönheit, und habe ich bis jetzt bei keinem Thiere Besseres gesehen. Am schönsten sind dieselben, wenn sie allein oder etwa noch mit einzelnen Korbzellen oder transversalen Fasern gefärbt sind, und sieht man dann oft die Ausläufer ganz glatt ohne die Unebenheiten, Spitzchen und Körnchen, die sie häufig

sonst besitzen. Von den Ausläufern betone ich, wie GOLGI, dass dieselben nicht anastomosiren. Ihr Ende findet sich fein auslaufend einmal in der ganzen Dicke der Molekularschicht, und dann in der Nähe der äußeren Oberfläche der Windungen, wo dieselben meist bogenförmig sich umbiegen. Verbindungen mit der Pia oder den Gefäßen vermochte ich nicht nachzuweisen, eben so wenig mit den longitudinalen Fäserchen, d. h. den nervösen Fortsätzen der kleinen Körnerzellen.

In Betreff der Stellung der PURKINJE'schen Zellen hat, so viel ich ermitteln konnte, HENLE[1] zuerst nachgewiesen, dass die Verästelungen derselben so zu sagen in einer einzigen Ebene sich ausbreiten und somit blattförmig sind, und dass diese Blätter ausnahmslos in der Querrichtung der Windungen stehen. Später haben DENISSENKO[2], KAHLER in TOLDT's Gewebelehre, OBERSTEINER (Anleitung zum Studium des Baues der nervösen Centralorgane, 1888, p. 325), und vor Allem RAMÓN Y CAJAL diese Angaben bestätigt, welcher letzte Autor auch die ersten guten Abbildungen longitudinaler und tangentialer Schnitte der betreffenden Zellen gab. Über die Stellung der Körper der PURKINJE'schen Zellen geben tiefe tangentiale Schnitte gute Auskunft, welche zeigen, dass dieselben in der Längsrichtung etwas näher beisammen stehen als in der Querrichtung und nicht in regelmäßigen Reihen angeordnet sind (siehe auch HENLE, l. c. Fig. 161).

Die nervösen Fortsätze der PURKINJE'schen Zellen sind von GOLGI so vorzüglich beschrieben worden, dass ich seinen Angaben nichts beizufügen im Stande bin, und wie RAMÓN Y CAJAL dieselben einfach bestätige, nur möchte ich hervorheben, dass auch ich Seitenäste derselben sehe, die in die Molekularschicht zurücklaufen (Fig. 13).

5) Von den dreierlei Fasern, die RAMÓN Y CAJAL als in der Körner- und Molekularschicht sich verästelnd beschreibt, scheinen mir die oben sub a und b erwähnten zusammenzugehören und dem Systeme von Nervenfasern zu entsprechen, das GOLGI aus den Markblättern in die Rinde ausstrahlen lässt (Tab. XI a). Ähnliche Fasern finde auch ich bei Erwachsenen und bei Embryonen, Neugeborenen und jungen Säugern sind in den Markblättern an GOLGI'schen Präparaten eine bald größere, bald geringere Anzahl von Fasern gefärbt, die ich nicht umhin kann für Nervenfasern zu halten. Diese oft varicösen schwarzen Fasern (Fig. 21) zeigen schon innerhalb der Markblätter einzelne spitzwinkelige Theilungen (*a*), und sobald dieselben in die Körnerschicht einge-

---

[1] Anatomie. Bd. III. 2. Abth. 1871. p. 230.

[2] Archiv für mikr. Anatomie. 1877. p. 221.

treten sind, lösen sie sich alle in reichliche feine Verästelungen auf, die die Körnerschicht durchziehen, und zum Theil hier, zum Theil in den tieferen Theilen der Molekularlage zu enden scheinen, d. h. frei auslaufen und nicht weiter gefärbt sind. An vielen Präparaten zeigen diese Endigungen außer leichten Varicositäten nichts Besonderes, an anderen, vor Allem bei Erwachsenen, knotige oder buschige Anschwellungen, wie die Fibras musgosas von Ramón y Cajal, doch kann ich nicht umhin, solche Bildungen für Kunstprodukte zu halten.

Wäre meine Deutung dieser Objekte richtig, so würde somit immerhin ein guter Theil der Fasern der Markblätter des Cerebellum in der grauen Rinde in Verästelungen übergehen, die möglicherweise beim Erwachsenen zum Theil marklos, zum Theil markhaltig sind.

Die dritte Kategorie von Fasern von Ramón y Cajal (s. oben), welche die von ihm sogenannten Nidos cerebellosos um die Purkinje'schen Zellen bilden, kenne ich bis jetzt nur von einem einzigen Präparate von Ramón y Cajal von einem jungen Hunde, das an einigen wenigen Stellen solche Bildungen zeigt, und ist es mir vorläufig unmöglich, über dieselben ein Urtheil abzugeben.

6) Markhaltige Fasern des Cerebellum. Von diesen Fasern habe ich, eben so wie von denen der Rinde des Cerebrum in meiner Mikr. Anat. II, 1 S. 447, 477 die erste genauere Beschreibung gegeben, was ich wiederholt hervorzuheben mir erlaube, da für das große Gehirn immer wieder v. Exner als derjenige genannt wird, dem dies zuerst gelungen sei. An dem angegebenen Orte habe ich gezeigt, dass wenn Schnitte von Chromsäurepräparaten mit verdünnten kaustischen Alkalien behandelt werden, alle dunkelrandigen Elemente der grauen Hirnrinde, selbst die feinsten, zur deutlichsten Anschauung kommen, und wurden damals nach solchen Präparaten am großen Hirn die oberflächliche Faserlage und die zahlreichen inneren horizontalen Faserzüge und am Cerebellum das Fasernetz der Substantia ferruginea und das weite Eindringen feinster Fasern in die Molekularschicht beschrieben und zum Theil abgebildet. Auch wenn man nicht darauf ausgeht, Priorität zu beanspruchen, so findet man sich doch nicht gerade angenehm berührt, wenn man sieht, wie die junge Generation über einen hinwegschreitet und wie wenig dieselbe in der Geschichte unserer Wissenschaft orientirt ist. Früher war dies anders und würde es auch jetzt keinem Histologen schaden, wenn er stets auf Henle's Allgemeine Anatomie, auf Leydig's Arbeiten und auf meine Mikroskopische Anatomie zurückginge, mancher anderen nicht zu gedenken! Dies sine ira et studio.

Wie die Sachen jetzt liegen, besitzen wir zum Nachweise markhaltiger Fasern die vorzüglichen Methoden von Weigert und Pal und das durch Flechsig eingeführte japanesische Rothholz und ist es jetzt relativ leicht, deren Verlauf zu verfolgen.

In den Markblättern des Cerebellum verlaufen die dunkelrandigen Fasern, die zu den feineren gehören und verschiedentlich mit feinsten Elementen gemengt sind, im Wesentlichen einander parallel in der Ebene der Blätter der weißen Substanz. Wo dann an den Rändern und Seitenflächen der Windungen graue Substanz an die Markblätter anstößt, lösen sich von denselben einzelne Fasern und Faserbündel ab, um in die rostfarbene Lage eindringend, dieselbe in ihrer ganzen Dicke zu durchziehen und in ihr den längst von mir beschriebenen feinen und dichten Plexus zu bilden, der die Granula in seine Maschen aufnimmt (Fig. 14). Anders gestalten sich die Verhältnisse in der Tiefe der Furchen, indem hier die Markblätter vorwiegend bogenförmige Fasern zeigen, die ähnlich denen des großen Gehirns wie Kommissurenfasern der einzelnen Windungen darzustellen scheinen, und nur spärliche Fasern an die rostfarbene Substanz abgeben. Untersucht man den Plexus dieser Substanz genauer, so findet man, dass derselbe eine gewisse Zahl gröberer Fasern enthält, die mehr gerade gegen die Molekularschicht verlaufen, Elemente, die unzweifelhaft einem guten Theile nach Fortsetzungen der Achsencylinderfortsätze der Purkinje'schen Zellen sind. Auf der anderen Seite ist jedoch nicht daran zu denken, dass der Plexus der rostfarbenen Lage und somit auch die Markblätter einzig und allein aus solchen Fasern bestehen, wie Henle vermuthet; vielmehr ist sicher, dass derselbe noch eine Unmasse anderer markhaltiger Fasern enthält, die in die Molekularschicht eindringen. Verfolgt man nämlich den Plexus bis gegen die Purkinje'schen Zellen hin, so findet man, dass seine Elemente dicht unterhalb der Zellen in eine Lage von Querfasern übergehen, welche an Querschnitten der Windungen als eine ganz zusammenhängende erscheint (Fig. 14, 17), an tiefen Tangentialschnitten dagegen aus getrennten Querbündeln besteht, die durch zahlreiche feine Brücken zusammenhängen. Längsschnitte vervollständigen das Bild und zeigen die Querbündel im Durchschnitte in Gestalt nicht scharf begrenzter runder Ansammlungen von Punkten (Fig. 19).

Von diesen oberflächlichen Querbündeln aus entwickeln sich dann eine Menge schief und gerade aufsteigender feiner Fasern (Fig. 17, 20), welche die Purkinje'schen Zellen umfassend und zwischen denselben durchziehend, in die Molekularschicht eintreten und in dieser zumeist eine ganz bestimmte Richtung einschlagen und zwar die longitudinale. An reinen Querschnitten erscheinen somit diese Elemente als Pünktchen, die nach außen und auch zwischen den Purkinjeschen Zellen liegen, und an Längsschnitten der Windungen findet man eine Zone parallel der Oberfläche der Windungen verlaufender Fäserchen (Fig. 19). Außer diesen Elementen finden sich jedoch ohne Ausnahme auch eine gewisse Zahl radiärer, gerade oder leicht schief aufsteigender markhaltiger Fäserchen in der Molekularschicht, über deren Menge es nicht leicht ist, sich eine richtige Vorstellung zu verschaffen. Im Allgemeinen sind dieselben an reinen Querschnitten selten, häufig dagegen an Längsschnitten der Windungen. Doch können dieselben auch an Querschnitten häufiger sein (Fig. 20), ja selbst allein vorkommen, letzteres jedoch nur dann, wenn ein solcher Schnitt das Ende einer Längswindung trifft.

In Betreff der Verbreitung dieser markhaltigen Fäserchen in der Molekularschicht, so haben mir neue Untersuchungen wesentlich Anderes ergeben, als früher. Es ist zwar richtig, dass dieselben am zahlreichsten und schönsten entwickelt im inneren Fünftheile oder Viertheile der Molekularschicht sich finden, doch fehlen dieselben auch in den äußeren und selbst den oberflächlichsten Lagen dieser Schicht nicht, wenn auch zuzugeben ist, dass dieselben hier meist nur vereinzelt und nur an den besten Präparaten zur Anschauung kommen. Ich habe so theils radiäre, theils longitudinale markhaltige Fäserchen in allen Höhen der Molekularlage bis dicht an die Pia gesehen und bin zur Überzeugung gekommen, dass dieselben wahrscheinlich auch in den äußeren Theilen derselben häufiger sind, als die bisherigen Präparate lehren, worüber unten noch mehr.

Noch bemerke ich, dass an Weigert'schen Präparaten hier und da, obschon im Ganzen selten, in der Molekularlage des Cerebellum auch schwärzlich gefärbte Gliafasern vorkommen, die mit markhaltigen feinsten Nervenfasern verwechselt werden könnten. Solche Elemente sind immer geschlängelt und von gleichbleibendem Durchmesser, während die Nervenfasern mehr gerade verlaufen und meist varicös sind. Die große Mehrzahl der markhaltigen Fasern der Molekularlage gehören zu den allerfeinsten, doch kommen auch einzelne etwas stärkere Elemente vor, die ich geneigt bin als durch die Niederschläge des Reagens ungebührlich verdickte anzusehen, da eine Vergleichung vieler Präparate nach Weigert leicht ergiebt, dass auch diese Methode wechselnde Ergebnisse liefert. Verwechselungen von Nervenfasern mit Kapillaren können leicht vermieden werden.

Besitzen die markhaltigen Fasern des Cerebellum irgendwo Verästelungen? Solche Verästelungen sind bekanntlich seit Gerlach von verschiedenen Autoren angenommen worden.

Ich muss jedoch bekennen, dass es mir bis anhin nicht möglich war, irgendwo im Cerebellum erwachsener Geschöpfe, außer in der Molekularlage (s. unten), solche Verästelungen mit unzweifelhafter Sicherheit wahrzunehmen. Nichtsdestoweniger halte ich es für wahrscheinlich, dass auch in der rostfarbenen Lage und selbst in den Markblättern Theilungen von solchen Fasern vorkommen und verweise in dieser Beziehung in erster Linie auf die oben geschilderten Wahrnehmungen von Golgi, Ramón y Cajal und mir an den Gehirnen junger und erwachsener Thiere, die kaum anders sich deuten lassen, als indem man annimmt, dass wenigstens ein Theil der Fasern der Markblätter und der grauen Rinde Verästelungen zeigen. Der Grund, warum an den markhaltigen Fasern erwachsener Geschöpfe solche Theilungen nicht oder nur schwer nachzuweisen sind, könnte der sein, dass an den Theilungsstellen das Mark fehlt und dass dieselben aus diesem Grunde dem Blicke sich entziehen. Ein solches Fehlen des Markes kommt an peripherischen Nerven an allen Theilungsstellen vor, wie man schon lange weiß, und werden allgemein solche Stellen mit den gewöhnlichen Ranvier'schen Einschnürungen zusammengestellt. Die Frage wäre somit die, ob solche marklose Stellen auch an centralen Fasern vorkommen. Bisher wusste man hiervon nichts Sicheres, nun geben aber die neuesten Erfahrungen von Ramón y Cajal und von Flechsig eine bestimmte Entscheidung. Ramón y Cajal glaubt an den markhaltigen nervösen Fortsätzen der Purkinje'schen Zellen marklose Einschnürungen und bei jungen Geschöpfen selbst interannuläre Kerne gesehen zu haben (Riv. trim. März 1889, p. 116, Tab. XII, Fig. 4*gh*) und Flechsig beschreibt an den bereits markhaltigen nervösen Fortsätzen der Pyramidenzellen des Großhirns, da wo sie sich theilen oder Seitenäste abgeben, längere marklose Stellen (Sächs. Ber. 1889, p. 328, Fig. 1, 2, 3, 5). Solche scheinbar marklose Stellen habe ich nun in der That an Weigert'schen Präparaten an den Fasern der Körner- und Molekularlage nicht selten gesehen, doch bin ich nicht im Stande zu entscheiden, ob solche Fasern natürliche oder vielleicht nur unvollkommen gefärbte waren. Hierzu kommt, dass an gut gefärbten Fasern der Körnerlage, die auf lange Strecken zu verfolgen waren, in der Regel nichts von marklosen Stellen sich fand.

Die letztgenannten Thatsachen sind nun übrigens nicht hinreichend, um das Vorkommen von Fasertheilungen in den inneren Lagen des Cerebellum als unmöglich erscheinen zu lassen, um so mehr, da ich in der Molekularlage beim Menschen und der Katze an Präparaten nach Weigert solche Theilungen wirklich beobachtet habe. Und zwar bis jetzt allerdings nicht häufig, aber doch in 13 Fällen, die alle in der

Figur 11 wiedergegeben sind. Wenn man bedenkt, wie schwer die Nervenfasern in dieser Lage auf eine größere Länge sich färben, und dass ich nur die Fälle aufnahm, die mir ganz sicher erschienen, und viele mehr oder minder zweifelhafte ausschloss, so wird meiner Beobachtung doch ein gewisses Gewicht nicht abgesprochen werden können.

7) Ich erwähne nun noch kurz die Elemente der Neuroglia des Cerebellum, deren genauere Kenntnis wir vor Allem Golgi und Ramón y Cajal verdanken.

In der weißen Substanz finden sich allerwärts zahlreiche große sternförmige Gliazellen, die mit verästelten und ungemein langen Ausläufern zwischen den Nervenfasern verlaufen und überall auch an die Gefäße sich ansetzen.

In der Körnerlage finden sich ähnliche Sternzellen in geringerer Menge und kleiner, und außerdem an der Grenze gegen die Molekularlage kleinere und größere verlängerte Elemente derselben Art, die ihre verästelten Ausläufer als lange, parallele, sehr zahlreiche Fasern durch die ganze Molekularschicht bis zur Oberfläche derselben senden, um da an der inneren Oberfläche der Pia mit einer kleinen keulenförmigen Anschwellung zu enden. Außer diesen durch die Golgi'schen Methoden nachweisbaren Neuroglia-Elementen finden sich wahrscheinlich noch andere, vor Allem in der Molekularschicht und der Körnerlage, mit Bezug auf welche ich auf die vorzügliche Arbeit von Gierke verweise.

8) Zum Schlusse könnte nun noch die Frage nach dem Zusammenhange der bis jetzt bekannten Elemente der Rinde des Cerebellum aufgeworfen werden, dieselbe bietet jedoch solche Schwierigkeiten dar, dass ich mich für einmal nicht entschließen kann, eine Beantwortung derselben zu versuchen und mich damit begnüge, einige Andeutungen als Fingerzeige für weitere Untersuchungen zu geben.

Ein erster wichtiger Punkt, den auch Ramón y Cajal berührt hat, ist der, ob und welche von den durch die Golgi'schen Methoden nachweisbaren Fasern markhaltig sind. Hierauf ist vorläufig nur für eine Art derselben eine bestimmte Antwort zu geben und zwar für den Hauptstamm der nervösen Fortsätze der Purkinje'schen Zellen. Was dagegen die Seitenäste dieses Stammes betrifft, die zum Theil in die Molekularschicht zurücklaufen, so lässt sich wohl nach Analogie des von Flechsig für das Großhirn Gefundenen vermuthen, dass dieselben ebenfalls markhaltig sind, eine bestimmte Entscheidung werden jedoch möglicherweise erst Präparate mit japanesischem Rothholze geben, mit deren Herstellung ich eben beschäftigt bin.

Für möglich halte ich ferner, dass die longitudinalen Fasern der

Molekularlage, die als Enden der nervösen Fortsätze der kleinen Körnerzellen sich darstellen, und diese selbst einem guten Theile nach markhaltig sind. Gegen eine solche Annahme spricht allerdings von vorn herein die gewichtige Thatsache, dass im Allgemeinen die Golgische Methode nur marklose Fortsätze von Nervenzellen und marklose Nervenfasern (Fasern des Sympathicus, Anfänge der Achsencylinderfortsätze der Pyramidenzellen) färbt und markhaltige Fasern ganz unberührt lässt. Es kommen jedoch von diesem Verhalten auch Ausnahmen vor, indem z. B. die nervösen Fortsätze der Purkinje'schen Zellen und auch diejenigen der Pyramidenzellen des Großhirns sehr oft durch Silber und Sublimat nach Golgi in einer solchen Ausdehnung und mit so vielen Verästelungen sich schwarz färben, dass unzweifelhaft auch markhaltige Stellen in denselben inbegriffen sind, wie dies nun auch durch Flechsig für die Pyramidenzellen direkt nachgewiesen worden ist. Somit könnten auch die von Ramón y Cajal entdeckten longitudinalen Fasern der Molekularlage und die an Weigert'schen und Kalipräparaten nachweisbaren längsverlaufenden markhaltigen Fasern dieser Schicht identisch sein.

Erwägen wir, was weiter für und gegen eine solche Annahme spricht. Zu Gunsten derselben ist anzuführen, dass an sehr guten Präparaten nach Weigert die Zahl der longitudinalen markhaltigen Fasern im tiefsten Viertheil der Molekularlage so beschaffen ist, dass dieselbe ziemlich mit derjenigen der Ramón y Cajal'schen longitudinalen Fäserchen sich deckt (Fig. 19). Das Einzige, was stört, ist, dass die Fasern an Präparaten nach Weigert meist kurz sind und eine gewisse geringe Länge nicht überschreiten, doch fällt auch das nicht ins Gewicht, denn bei anderen Behandlungsweisen erscheinen dieselben gerade umgekehrt sehr lang. Behandelt man Längsschnitte eines in chromsaurem Kali erhärteten Cerebellum mit Kali causticum und wartet man ab, bis die graue Rinde ganz durchsichtig geworden ist, so findet man erstens die genannten Fasern viel zahlreicher, und zweitens so lang, dass scheinbare Enden nur selten sichtbar sind.

Weiter spricht für eine Übereinstimmung der beiderlei Fasern, dass auch an Weigert'schen Präparaten in der Molekularlage Fasertheilungen vorkommen, die an diejenigen der Cajal'schen aufsteigenden nervösen Fortsätze erinnern, wie ich solche in der Fig. 11 abgebildet habe.

Auf der anderen Seite ist nun aber zu bemerken, dass während an guten Präparaten nach Golgi die longitudinalen Fäserchen die ganze Molekularlage gleichmäßig durchziehen, ein solches Verhalten bis anhin an den markhaltigen längsverlaufenden Elementen Weigert'scher

Präparate in keiner Weise zu erzielen oder nachzuweisen war. Die besten Fälle der Art, die ich an Weigert'schen Präparaten sah, sind in den Fig. 19 und 20 an einem Längs- und an einem Querschnitte dargestellt, und ergeben, dass auch im mittleren Dritttheile der Molekularlage markhaltige Fäserchen in ansehnlicher Zahl sich finden. Ja selbst im äußersten Dritttheile findet man fast in jedem größeren Schnitte des Cerebellum, wie schon oben mitgetheilt wurde, bis in die alleroberflächlichsten Theile hinein, hier und da ein markhaltiges Fäserchen. Größere Mengen derselben sind jedoch in den zwei äußeren Dritttheilen der rein grauen Rindenlage nie vorhanden und fragt es sich nun, welche Bedeutung dieser Thatsache zuzumessen ist. Und da verdient wohl alle Beachtung, dass alle unsere Methoden noch äußerst unzuverlässig sind. Selbst die Fäserchen von Ramón y Cajal färben sich häufig nur in den tiefsten Lagen der Molekularschicht, und die Weigert-sche Methode ist nicht zuverlässiger. Zeigt dieselbe doch häufig in der Molekularlage gar keine dunkelrandigen Fasern an, und wo dieselben sichtbar sind, finden sich dieselben nie in größerer Länge zusammenhängend gefärbt. Und dass die vereinzelten kurzen Fäserchen der Fig. 19 auch nur für eine unvollkommene Färbung Zeugnis ablegen, braucht gar nicht besonders betont zu werden.

Allem zufolge halte ich es somit nicht gerade für unmöglich, dass die ganze Molekularlage von dunkelrandigen longitudinalen und von senkrecht aufsteigenden, mit ihnen verbundenen Fäserchen durchzogen ist, die den Ramón y Cajal'schen longitudinalen Elementen entsprechen, ohne jedoch in dieser schwierigen Frage einen entscheidenden Ausspruch thun zu wollen.

Angenommen, diese Hypothese sei richtig, so bliebe immer noch die schwierige Frage zu erledigen, wie die besprochenen longitudinalen Fäserchen enden. Was Golgi'sche Präparate in dieser Beziehung lehren, ist oben sub 1 bereits erwähnt. Weigert'sche Präparate sind in dieser Beziehung noch unbestimmter, indem dieselben ja die markhaltigen Fäserchen der Molekularlage noch weniger zuverlässig darstellen, und so sehe ich mich veranlasst, auch in dieser Beziehung für einmal eines Urtheiles mich zu enthalten.

Giebt es außer den erwähnten Quellen noch andere zur Ableitung der markhaltigen Fasern der Rinde des Cerebellum? Ich glaube ja, und meine nicht zu irren, wenn ich annehme, dass ein Theil der Fasern der Markblätter in der Körnerschicht, ein anderer in der Molekularlage endet. Diese Endigungen könnten in der Körnerlage als freie marklose vorkommen, die theils zwischen den Körnerzellen, theils um die Körper der Purkinje'schen Zellen herum gelegen wären.

Bei den Nervenfasern dagegen, die in die Molekularlage eintreten, wäre vor Allem an eine Verbindung mit den nervösen Fortsätzen derjenigen kleinen multipolaren Zellen dieser Lage zu denken, die nicht an der Bildung von Faserkörben sich betheiligen, und würden mit einer solchen Annahme die Zahlenverhältnisse der betreffenden Zellen und der im Ganzen spärlichen senkrecht und schief aufsteigenden Nervenfasern dieser Lage nicht übel stimmen. Ob außer solchen Elementen auch frei und marklos endende dunkelrandige Fasern aus den Markblättern unmittelbar in die Molekularlage eintreten, bleibt unentschieden. Auf jeden Fall aber muss eine andere Vermuthung, an die ich mit Anderen früher gedacht, gänzlich aufgegeben werden, die nämlich, dass solche markhaltige Fasern mit den Protoplasmafortsätzen der Purkinje'schen Zellen zusammenhängen, indem die letzten Endigungen dieser viel zu zahlreich sind, als dass an solche Beziehungen gedacht werden könnte.

Zu den nicht markhaltigen Theilen der Rinde des kleinen Gehirns rechne ich entschieden die transversalen Fasern von Golgi und Ramón y Cajal und die mit denselben in Verbindung stehenden Faserkörbe um die Purkinje'schen Zellen, indem so eigenthümliche Bildungen bestimmt an Kali- und an Weigert'schen Präparaten zur Anschauung kommen müssten, wenn dieselben markhaltig wären. Die einzige Möglichkeit wäre die, dass ein kleiner Theil des sogenannten nervösen Fortsatzes dieser Zellen Mark besäße.

Alle frei und marklos endenden Ausläufer von Nervenfasern sind meiner Meinung nach unzweifelhaft als centripetal leitende Elemente anzusehen, alle markhaltigen von Zellen entspringenden Fasern als centrifugal wirkende. Verästelte Protoplasmafortsätze von Nervenzellen sind vielleicht zuleitende Apparate, sogenannte nervöse Fortsätze von solchen, auch wenn sie nicht markhaltig werden, ableitende. Zu diesen letzteren scheinen, so viel sich bei dem jetzigen Stande der Dinge sagen lässt, zu gehören: 1) die nervösen Fortsätze der großen Zellen der Körnerlage und 2) diejenigen der Korbzellen der Molekularschicht.

Stelle ich nun noch die Hauptergebnisse meiner Ermittelungen über den feineren Bau des Cerebellum zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1) Die Körnerlage enthält außer spärlichen Gliazellen ungemein viele multipolare Nervenzellen, die kleinen und die großen Körnerzellen.

2) Die ungemein zahlreichen kleinen Körnerzellen besitzen nur kurze, am Ende in kleine Büschel ausgehende Protoplasmafort-

sätze. Der sehr feine nervöse Fortsatz entspringt meist von einem Protoplasmafortsatze, dringt ohne Ausnahme nach außen vertikal in die Molekularlage ein und theilt sich hier in zwei horizontal und longitudinal verlaufende, unverästelte, feine Fäserchen, deren Ende unbekannt ist. Solche longitudinale Fäserchen durchziehen in ungemeiner Anzahl die Molekularlage in ihrer ganzen Dicke und bewirken an vertikalen Längsschnitten eine äußerst dichte parallele Streifung derselben.

3) Die großen Körnerzellen sind im Ganzen mehr vereinzelt und spärlich. Ihre weitverzweigten zahlreichen Protoplasmafortsätze können tief in die Molekularlage und auch in die Markblätter eindringen. Der nervöse Fortsatz ist in einem kleinen Raume ungemein reich verästelt und scheint nicht über die Körnerlage herauszugehen.

4) Die Purkinje'schen Zellen zeigen keine Anastomosen ihrer in der Querrichtung der Windungen flächenhaft ausgebreiteten Protoplasmaausläufer, sondern nur freie Enden derselben. Der nervöse Fortsatz dieser Elemente giebt eine mäßige Zahl feiner Seitenäste ab, von denen ein Theil in die Molekularlage zurückläuft.

5) Die kleinen Zellen der Molekularlage zerfallen in äußere kleinere und innere oder Korbzellen.

6) Die äußeren kleineren Zellen der Molekularlage zeigen reichverzweigte, oft weitreichende Protoplasmafortsätze und einen nervösen Fortsatz, dessen genaueres Verhalten unbekannt ist.

7) Die Korbzellen besitzen sehr lang und gut verästelte Protoplasmafortsätze, die zum Theil bis in die äußersten Theile der Molekularschicht reichen. Der nervöse Fortsatz ist sehr lang, verläuft als transversale Faser über den Purkinje'schen Zellenkörpern in der Querrichtung der Windungen und sendet von Stelle zu Stelle senkrechte Ausläufer nach innen ab, von denen einer oder mehrere mit reich und dichtverästelten Ausläufern die Purkinje'schen Zellenkörper korbartig umstricken.

8) Die markhaltigen Fasern des kleinen Gehirns erwachsener Geschöpfe ließen bis jetzt nur in der Molekularlage einzelne Theilungen erkennen. Dieselben bilden in der Körnerschicht ein dichtes Geflecht, in dem an Querschnitten ein bogenförmig unterhalb der Purkinje'schen Zellen dahinziehender starker Faserzug sich findet, der an Längsschnitten in Gestalt vieler transversalen Bündel erscheint. Zwischen den Purkinje'schen Zellen ziehen dann die markhaltigen Fasern in die Molekularlage ein und verlaufen in dieser theils vertikal, theils und zwar vorwiegend longitudinal, bilden im inneren Drittheil dieser Lage einen starken Faserzug, kommen aber auch im mittleren Drittheile noch in ziemlicher Menge vor und fehlen vereinzelt selbst

in den äußersten Schichten nicht. Ob diese longitudinalen markhaltigen Fasern und die longitudinalen Endfasern der kleinen Körnerzellen dieselben Bildungen sind, ist vorläufig nicht zu entscheiden.

9) In den Gehirnen von Embryonen und jungen Säugern zeigen die Markblätter des Cerebellum eine gewisse Zahl unzweifelhafter Nervenfasern, welche schon in diesen einzelne Zweitheilungen darbieten und mit reich verzweigten baumförmigen Theilungen in beiden Lagen der grauen Substanz sich verlieren.

10) Bei Erwachsenen sind die von Golgi und Ramón y Cajal entdeckten verästelten Fasern, die aus den Markblättern in beide Lagen der Rinde ausstrahlen, wahrscheinlich marklose Nervenfasern.

11) Keinerlei Faserbildungen, welche die Golgi'schen Methoden aufdecken, zeigen sichere Anzeichen von Anastomosen und spricht vorläufig keine Thatsache für die Annahme eines nervösen Netzes in der grauen Substanz. Eben so wenig lassen sich Übergänge irgend welcher Protoplasmafortsätze von Nervenzellen in markhaltige Nervenfasern annehmen.

Würzburg, 5. Januar 1890.

Zusätze.

1) Seit Obiges geschrieben wurde, ist es mir gelungen, auch beim Menschen nach der langsamen Golgi'schen Methode die kleinen Körnerzellen untadelig zu erhalten. Dieselben stimmen im Wesentlichen mit denen der Säuger überein, nur sind die Protoplasmafortsätze zum Theil länger und messen bis 60 und 76 μ in der Länge. Die nervösen Fortsätze waren immer kurz abgebrochen und ist es mir beim Menschen noch nicht geglückt, deren Fortsetzungen in die Molekularlage und ihren Übergang in die longitudinalen Fäserchen von Ramón y Cajal wahrzunehmen.

2) Nach einer brieflichen Mittheilung von Ramón y Cajal wandeln sich seine Nidos cerebellosos (siehe oben p. 666) später in Faserverästelungen um, die längs der Protoplasmaausläufer der Purkinje'schen Zellen in die Molekularschicht eindringen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXX—XXXIII.

Alle dargestellten Präparate wurden, wenn nicht Anderes angemerkt ist, nach der langsamen oder schnellen Methode von Golgi behandelt.

In allen Figuren bedeuten folgende Buchstaben dasselbe:

w, weiße Substanz der Markblätter;
k, Körnerlage oder rostfarbene Substanz;
m, Molekularlage oder rein graue Substanz;
n, *n'*, nervöse oder Achsencylinderfortsätze;
pr, Protoplasmafortsätze;
l, longitudinale Faserenden der nervösen Fortsätze der kleinen Körnerzellen;
l', markhaltige longitudinale Fasern der Molekularschicht;
th, Theilungen derselben;
g, große Körnerzellen;
tr, transversale Fasern der Molekularlage, die zu den Korbzellen gehören, aber nicht in Verbindung mit solchen gesehen wurden;
p, absteigende Fasern der Korbzellen, die an der Bildung von *fk* den Faserkörben um die Purkinje'schen Zellen sich betheiligen;
p', absteigende Äste mit pinselförmigen Enden von transversalen Fasern;
p'', nach außen abgehende Ausläufer von transversalen Fasern der Molekularlage;
q, markhaltige Querfasern der Körnerlage;
r, radiäre markhaltige Fasern der Molekularschicht;
a, Theilungen von Fasern der Markblätter;
ak, äußere Körnerlage des Cerebellum junger Säuger.

Fig. 1. Kleine Körnerzellen der erwachsenen Katze; der nervöse Fortsatz entspringt bei *1* vom Zellenkörper, bei *2*, *3*, *4* von einem Protoplasmafortsatze. Starke Vergrößerung.

Fig. 2. Senkrechter Longitudinalschnitt aus dem Cerebellum desselben Thieres. Zwei kleine Körnerzellen mit ihren nervösen Fortsätzen und deren Fortsetzung in longitudinale Fäserchen der Molekularschicht. Außerdem viele solche Fäserchen und nervöse Fortsätze sammt den Theilungen der letzteren. Starke Vergr.

Fig. 3. Spitze einer Windung des Cerebellum der Katze. Querschnitt mit vielen kleinen Körnerzellen, vier großen Körnerzellen und vielen Fragmenten von Purkinje-schen Zellen. Mittlere Vergr.

Fig. 4. Körnerlage desselben Thieres mit vielen gefärbten kleinen Körnerzellen. Mittlere Vergr.

Fig. 5. Längsschnitt einer Kleinhirnwindung der Katze mit vielen longitudinalen Fäserchen in der Molekularlage und nervösen Fortsätzen der kleinen Körnerzellen, welche letzteren nicht gefärbt sind. Gefäße nicht dargestellt. Geringe Vergr.

Fig. 6. Aus einem Querschnitte des Cerebellum der Katze. Giebt den Eindruck wieder, den die Faserkörbe der Purkinje'schen Zellen und die transversalen Fasern der Korbzellen, von denen fünf sichtbar sind, bei einem dickeren Schnitte und bei geringerer Vergrößerung machen. Einige Verästelungen der Purkinje'schen Zellen gefärbt, die Zellenkörper nicht. Geringere Vergr.

Fig. 7, 8, 9, 10. Korbzellen mit dem nervösen Fortsatze und einer gewissen Zahl von Faserkorbantheilen von der Katze, alle getreu nach der Natur gezeichnet. In Fig. 10 ist das Gewirr von nervösen Fortsätzen, inkl. von transversalen Fasern, von absteigenden Fasern und Faserkörben, von äußeren Ästen der transversalen Fasern und Protoplasmafortsätzen von einer Stelle dargestellt, an welcher dasselbe noch einigermaßen zu verfolgen war. Starke Vergr.

Fig. 11. Verschiedene Formen von Verästelungen markhaltiger Fäserchen aus der Molekularlage des Cerebellum des Menschen von Präparaten nach der Methode von Weigert. Die senkrechten und schiefen einfachen Fäserchen sind nach der Körnerlage zu gerichtet. Die queren verlaufen in der Längsrichtung der Windungen. Starke Vergr.

Fig. 12. Kleine multipolare Zellen der Molekularschicht des Menschen. Die Zelle *1* war nahe an der Körnerschicht gelegen, die Zellen *2*, *3* gegen die Oberfläche zu. Nervöse Fortsätze scheinen bei *3* und *4* da zu sein. Starke Vergr.

Fig. 13. Purkinje'sche Zelle des Menschen mit Seitenästen am nervösen Fortsatze. Die Zeichnung giebt bei Weitem nicht alle Ausläufer der Protoplasmafortsätze wieder. Stärkere Vergr.

Fig. 14. Große Körnerzelle aus dem Cerebellum eines 17 Tage alten Hundes. Nach einem Präparate von Ramón y Cajal. Nervöser Fortsatz roth. Die Protoplasmafortsätze durchziehen die ganze Molekularlage bis zu der nur an jungen Gehirnen vorhandenen äußeren Körnerschicht oder Zellenlage. Der Zellenkörper und der nervöse Fortsatz mit einigen Protoplasmafortsätzen liegen in der Körnerlage. Stärkere Vergr.

Fig. 15, 16. Zwei ebensolche Zellen aus dem Cerebellum einer erwachsenen Katze. In Fig. 15 gehen die Protoplasmafortsätze der großen Körnerzelle bis in das benachbarte Markblatt und ist eine schöne Purkinje'sche Zelle sichtbar. In Fig. 16 geht ein Protoplasmafortsatz in die Molekularlage hinein.

Fig. 17. Aus dem Cerebellum des Menschen vom Querschnitte einer Windung. Präparat nach Weigert. Drei Purkinje'sche Zellenkörper sichtbar. Stärkere Vergr.

Fig. 18. Querschnitt einer Windung des Cerebellum des Menschen. Geringe Vergr. Methode von Weigert. Markhaltige Fasern blau, große Zellen braun.

Fig. 19. Stück eines Längsschnittes und

Fig. 20 eines Querschnittes des Cerebellum vom Menschen. Stärkere Vergr. Methode von Weigert. Einige Purkinje'sche Zellen, Theile ihrer starken Äste und Gefäße sichtbar. In der Molekularlage longitudinale, aufsteigende und transversale markhaltige Fäserchen in Längs-, queren und schiefen Ansichten.

Fig. 21. Aus dem Cerebellum einer neugeborenen Katze. In dem Markblatte gefärbte feine Nervenfasern mit einzelnen Theilungen und verästelte Enden derselben in der Körnerschicht und zum Theil in der Molekularlage. Geringere Vergr.

Das Auge der Raupen und Phryganidenlarven.

Von

Otto Pankrath.

Mit Tafel XXXIV und XXXV.

Dass sich für das Verständnis des Arthropodenauges auch durch die Betrachtung des Larvenauges bestimmte Gesichtspunkte müssen gewinnen lassen, kann nach Analogie von Untersuchungen auf anderen Gebieten nicht bezweifelt werden. Wenn aber das Larvenauge selbst noch wenig zum Untersuchungsobjekt gemacht worden ist, so hat dies in mehreren Umständen seinen Grund. Die feineren Untersuchungen über die Anatomie des Sehorgans der Arthropoden sind ja erst jüngeren Datums und es ist ganz natürlich, wenn zuerst die Augen der ausgebildeten Thiere studirt und nur nach den hier gefundenen Resultaten allgemeine Gesichtspunkte aufgestellt wurden. Hierzu kommt, dass auch das Material hinsichtlich der Larven, wenigstens vieler Gruppen ungleich schwieriger zu beschaffen ist als hinsichtlich der ausgebildeten Thiere. Sodann ist es eine eigenthümliche Thatsache, speciell bei den Insekten, dass in der Regel das Larvenauge nicht das Auge der Imago wird, sondern während der Verpuppung verschwindet und einem neuen Organ Platz macht. Wollte man jedoch aus letzterer Thatsache den Schluss ziehen, dass das Larvenauge ohne alle Beziehungen zu dem Auge des ausgebildeten Insekts sei, so wäre dies verfehlt. Denn es ist nicht anzunehmen, dass der Sehvorgang bei der Larve total verschieden sei von dem der Imago; es liegt im Gegentheil nichts näher als die andere Annahme, dass dieser Vorgang und der Bau des demselben dienenden Organs im Principe derselbe sei. In diesem Sinne wurden die folgenden Untersuchungen im zoologischen Institute zu Halle, mit freundlicher Unterstützung des Herrn Professor GRENACHER unternommen. Leider war es nicht möglich, aus allen Familien der Insekten hinreichendes Material zu erlangen, so dass nur Larven von der Gruppe der Lepidoptera (Raupen) und Neuroptera (Phryganidenlarven) zur Untersuchung kommen konnten. Die am Ende aus den Resultaten der Anatomie des Auges dieser wenigen Vertreter gezogenen Schlüsse können daher auch nur den Charakter von Hypothesen tragen und vielleicht nur als Fingerzeige für weitere Untersuchungen dienen.

Das Raupenauge.

Einleitendes. Während die Augen der Schmetterlinge ziemlich eingehend untersucht worden sind, sind über die Augen der Raupen, der Larven derselben, nur wenig Untersuchungen angestellt worden. Bei älteren Entomotomen, welche sich mit der Anatomie von Raupen beschäftigten, wie MALPIGHI, HEROLD, LYONET u. A. finden sich nur Angaben über Zahl und Stellung der Augen; erst in neuerer Zeit sind sie auf ihren feineren Bau hin untersucht worden, aber auch nur ein einziges Mal eingehender und zwar von Dr. H. LANDOIS. Seine Abhandlung findet sich im 16. Bande dieser Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie vom Jahre 1866. Das, was LEYDIG in seinem Werke, »das Auge der Gliederthiere« und dem dazu gehörigen Atlas zur vergleichenden Anatomie bringt, bezieht sich weniger auf den feineren anatomischen Bau, als auf den äußeren Habitus, trifft aber hierin das Richtige. Die Abhandlung von THOMPSON LOWNE in den Transactions of the Linnean Society of London, ser. 2, Zoology, vom Jahre 1884, stützt sich fast nur auf die Untersuchungen von LANDOIS und bietet weder im Texte noch in den Abbildungen etwas Neues von Belang.

Die von LANDOIS gemachten Angaben stimmen mit den von mir gefundenen Resultaten nur wenig überein. Da diese Abhandlung von LANDOIS die einzige ist, welche sich mit unserem Gebiete specieller beschäftigt, so ziehe ich es vor, statt dieselbe in der Einleitung zu besprechen, die dort gefundenen Resultate im Laufe der folgenden Beschreibung den meinigen gegenüberzustellen; um so mehr als ich mit demselben Materiale wie LANDOIS, nämlich mit den Augen der Raupe von Gastropacha rubi arbeitete.

Technik. Zur Erhärtung bis zur Schnittfähigkeit wurde nur starker Alkohol und für die Entfärbung verdünnte Salzsäure mit Glycerin verwendet. Die erhaltenen Schnitte ließen kaum etwas an Deutlichkeit und Güte zu wünschen übrig. Ein Hauptaugenmerk wurde darauf gerichtet, Querschnitte zu erhalten.

Lage und Verbindung der Augen. Bekanntlich haben die Raupen (fünf oder) sechs Augen auf jeder Seite des Kopfes in der Nähe der Kiefer. Die Stellung derselben zu einander, die Zwischenräume zwischen je zwei Augen, eben so wie die Größe der einzelnen Augen variiren vielfach. Bei Gastropacha rubi liegen, wenn ich die einzelnen Augen wie in Fig. 1 mit den Zahlen 1 bis 6 bezeichne, die Augen 3 bis 6 auf der Peripherie eines kleinen Bogens, dessen offene Seite nach hinten dem Leibe zugewendet ist; etwa im Mittelpunkte des zugehörigen Kreises liegt das Auge 2. Die Zwischenräume zwischen je zwei der vier zuerst erwähnten Augen sind ungefähr gleich; etwas größer ist der Abstand des Auges 2, noch größer der des Auges 1, welches fast auf der Unterseite des Kopfes, ganz nahe an den Kiefern sich befindet.

Die einzelnen Augen stehen unter einander in Verbindung, wie dies in Fig. 1 angegeben ist, und entsenden einen gemeinsamen Nerven nach dem oberen Schlundganglion; sie sitzen nicht erst einem Ganglion opticum auf, von dem der Nervus opticus ausgeht, wie LANDOIS angiebt.

Wie Fig. 1 zeigt sind die beiden Augen 1 und 2 ziemlich lang gestreckt und relativ weit von einander, wie von den übrigen entfernt. Die anderen Augen sind zwar, was den Durchmesser der Cornea anlangt, die größten, aber hinsichtlich der Länge die kleinsten. Für die Anfertigung von Querschnitten eignen sich daher am besten die beiden Augen 1 und 2. Die im Folgenden angegebenen Zeichnungen von Querschnitten sind nach Präparaten angefertigt, die von diesen Augen gewonnen wurden.

Abgesehen von der etwas verschiedenen Größe (Länge und Dicke) sind die einzelnen Augen in derselben Weise zusammengesetzt. An jedem lässt sich unterscheiden: Cornea, Umhüllungskörper, Krystallkörper und Retinula (in zwei Theilen).

Die Cornea. Als äußerer Theil des Auges erhebt sie sich etwas über die Chitinhaut des Kopfes und ist glasartig durchsichtig. Schon mit bloßem unbewaffnetem Auge kann man an größeren Raupen deren Augen erkennen in Folge des Glanzes der Cornea. Auf der Außenseite ist die Cornea stets konvex, auf der inneren dagegen konkav bis konvex, so dass sie in dem einen Auge eine bikonvexe, in einem anderen eine plankonvexe, in noch anderen eine konkav-konvexe Linse darstellt. Auf der nach innen gekehrten Seite sind deutlich Streifungen koncentrisch dem inneren Rande (Fig. 3 und 4) wahrzunehmen; gegen den äußeren Rand zu verschwinden sie. Die die Cornea umgebende Chitinhaut des Kopfes zeigt deutlich zwei Schichten, eine durchsichtige und eine dunkel gefärbte, undurchsichtige. Die letztere als die obere erhebt sich in der Umgebung der Cornea fast bis zur höchsten Höhe derselben und bildet so einen dunklen Ring um dieselbe. Die untere helle Partie der Chitinhaut zeigt als Abgrenzung gegen die Cornea nur einen schmalen, schwach gelb gefärbten Rand.

Von oben betrachtet erscheint die Cornea (Fig. 2) kreisrund und lässt drei helle Linien erkennen, die von dem Mittelpunkt des Kreises unter Winkeln von 120° aus einander gehend, die Cornea in drei Theile zerlegen. Diese drei Linien verschwinden nicht bei höherer oder tieferer Einstellung des Mikroskops, sondern bleiben sichtbar, so lange die Cornea in deutlicher Gesichtsweite bleibt; sie geben daher nicht bloß eine Zeichnung auf der Cornea an, sondern sind durch den Bau derselben und die dadurch hervorgerufene Lichtbrechung bedingt. Jeder der drei durch diese drei Linien begrenzten Kreissegmente passt nämlich zu einer von drei darunter gelegenen Zellen des Umhüllungskörpers, als deren Absonderungsprodukt die Cornea aufzufassen ist.

Jene Dreitheilung erwähnt Landois, und auch Leydig giebt dieselbe an. Wenn aber Landois behauptet, alle drei Theile seien, ein jeder für sich, konvex, so ist dies unrichtig. Denn eine derartige Konstitution müsste im Längsschnitt irgend welche Einschnitte erkennen lassen; mir sind aber solche nicht an einem einzigen Präparate entgegengetreten. Vielleicht hat sich Landois täuschen lassen, indem er zum Studium der Cornea mit Kalilauge behandeltes Material und von der Häutung herrührende abgeworfene Kopfhäute verwendete.

Beim Betrachten mit starken Vergrößerungen erweist sich die Cornea nicht mehr als »glatt geschliffene« Linse, sondern lässt auf der Oberfläche der Außenseite feine Strichelungen und Zeichnungen hervortreten, die zwar meist koncentrisch, entsprechend dem kreisförmigen Querschnitt der Cornea angeordnet sind, aber jedenfalls nicht zu besonderer Klarheit und Durchsichtigkeit der Cornea beitragen. Der Durchmesser derselben variirt für die einzelnen Augen, wie schon erwähnt wurde, und schwankt bei ausgewachsenen Exemplaren zwischen 0,14 und 0,098 mm.

Nach Landois liegt nun unter der Cornea, jedoch innigst mit ihr vereinigt, die Hypodermis, welche während des Häutungsvorganges jedes Mal eine neue Cornea abzuscheiden bestimmt sei. Wie wenig zutreffend dies ist, wird sich bei der Beschreibung des Umhüllungskörpers ergeben. Weiter sollen die drei Theile der Cornea entsprechend ihrer angeblichen Konvexität Höhlungen zur Aufnahme von Linsen aufweisen. Landois macht auf diese Linsen besonders aufmerksam und bemerkt, dass sie nicht ein einheitliches Gebilde seien, sondern aus drei dicht an einander gelagerten kugeligen Theilen bestehen; hinsichtlich ihrer histologischen Struktur will er sogar in den Linsen solcher Raupen, die sich im letzten Raupenstadium befanden, feinstreifige Fasern, koncentrisch um den Mittelpunkt geordnet und mit 0,004 mm großen Kernen im Inneren gesehen haben. Dass natürlich ein solches Vorhandensein für die Morphologie des Raupenauges von großer Wichtigkeit wäre, liegt auf der Hand; allein ein solches Gebilde, das mit den Linsen von LANDOIS in irgend welcher Beziehung stünde, lässt sich nicht entdecken; es besitzt eben das Raupenauge keine Linse; die Funktion einer solchen besitzt jedenfalls die linsenförmig gekrümmte Cornea. Wie überhaupt LANDOIS ein solches Gebilde, dessen Wichtigkeit er selbst erkennt und besonders betont, und dessen Vorkommen im Vergleich mit den Augen der entwickelten Schmetterlinge auffallen musste, auffinden konnte, ist mir unerklärlich. Vielleicht lag es an der ungenügenden Methode der Präparation mit Kalilauge, kochendem Wasser, Chlorwasser u. a.; denn dass er den Krystallkegel für die Linse angesehen habe, ist unmöglich, da er diesen besonders als solchen beschreibt; es müsste denn sein, dass er ihn das eine Mal für eine Linse, das andere Mal für einen Krystallkörper gehalten habe. Er macht zwar auf die außerordentliche Schwierigkeit der Präparation der Linsen aufmerksam; allein, wenn eine Spur davon wahr wäre, müssten sie auch bei der Behandlung mit Alkohol zu finden gewesen sein. Höhlungen in der Cornea, die der Aufnahme der Linsen dienen sollen, sind auch nicht vorhanden.

Nach der bewussten Linse beschreibt LANDOIS ein Organ, das zwischen Linse und Krystallkörper liegen soll und von ihm nach seiner vermeintlichen Funktion Iris mit Irisschleifen benannt worden ist. Wenn man nach einer Linse vergeblich sucht, so ist hier leicht einzusehen, was mit der Iris gemeint ist: nämlich der Stäbchenkranz der Retinula. Aber in Wahrheit hat dieser Theil einmal eine ganz andere Lage als von LANDOIS angegeben ist, nämlich nicht zwischen Linsen und Krystallkörper, sondern hinter dem letzteren; das andere Mal besitzt er jedenfalls eine ganz andere Funktion als eine Iris und verdient daher keineswegs den Namen einer solchen. Das Nähere darüber weiter unten bei der Retinula.

Der Umhüllungskörper. An die Cornea stoßen mit ihren Enden drei große Zellen an, die den übrigen Theil des Auges, die Retinula und den Krystallkörper, vollständig einhüllen und desshalb wohl nicht mit Unrecht als Umhüllungskörper zu bezeichnen sind. Sie bedecken mit ihren oberen Enden (Fig. 3 und 4 *U*) die ganze untere Fläche der Cornea, und ihre Grenzen gegen einander werden durch die oben erwähnten, die Cornea durchziehenden, unter Winkeln von 120° sich vereinigenden drei Linien bezeichnet. Bald unter der Cornea weichen ihre gegenseitigen Berührungsflächen aus einander und bilden einen Hohlraum zur Aufnahme des Krystallkörpers und der Retinula. Die an die Cornea angrenzenden Enden der Zellen sind vollständig pigmentfrei und das Plasma ist an dieser Stelle fast gleichartig gallertig, während es sonst großgekörnt erscheint. Erst in der halben Höhe etwa des Krystallkörpers beginnt die ziemlich starke, in unserem Falle tief braunrothe Pigmentirung. Jede der Zellen besitzt einen gewaltigen Kern (Fig. 3 und 4 *u*). In der Zeichnung von dem nicht entfärbten Präparate (Fig. 3) bemerkt man, dass die Stellen, wo die Kerne liegen, eben so wie die Kerne selbst kein Pigment enthalten. Setzt man solchen Präparaten Salzsäure zu, so tritt von dem Pigment meist etwas in die Kerne, und lässt diese früher farblosen Gebilde in den nun entfärbten Zellen schwach roth gefärbt erscheinen. Dass diese bei solcher Behandlung den Pigmentfarbstoff anziehen, beweist wohl zur Genüge, dass man es hier nur mit gigantischen Zellkernen und nicht etwa mit Zellen selbst zu thun hat, wie Landois geglaubt zu haben scheint.

Meist zeigen die in der Umgebung liegenden Hypodermiszellen eine gleiche Färbung wie die Umhüllungskörper. Bei Gastropacha rubi ist diese Färbung tief braunroth; ganz dieselbe ist auch die der Retinula. Der Umhüllungskörper hebt sich daher von dieser nur wenig ab. Ganz anders aber wird die Erscheinung, wenn man die Augen von Raupen untersucht, wo die Kopfhaut selbst fast farblos ist und ihre Färbung erst von den darunter liegenden gefärbten Hypodermiszellen erhält. Bei der Raupe von Sphinx euphorbiae z. B. sind die Hypodermiszellen an dem äußeren Ende roth, am anderen gelb pigmentirt, so dass der Kopf rothgelb aussieht. Eine ganz analoge Färbung, wie die Hypodermiszellen, zeigen die Zellen des Umhüllungskörpers, theilweise nämlich gelbe, theilweise rothe; sie heben sich daher von dem dunkelbraun gefärbten Theile der Retinula außerordentlich deutlich ab. Eine so frappante Ähnlichkeit der Zellen des Umhüllungskörpers mit den Zellen der Hypodermis zeigt, dass jene drei Zellen nichts Anderes als modificirte, bedeutend vergrößerte Hypodermiszellen sind. Wie die Funktion solcher Hypodermiszellen darin besteht die Chitinhaut abzusondern, so ist die Funktion des Umhüllungskörpers die Cornea zu bilden, die ja im Grunde auch nichts Anderes ist als modificirte Chitinhaut.

Im unteren Theile verjüngen sich die drei Zellen bedeutend, das Pigment wird schwächer, der körnige Inhalt verschwindet, und nur eine gleichmäßig klare dünne Schicht bleibt übrig, die den Nerven umgiebt.

Das, was ich hier mit Umhüllungskörper bezeichnet habe, entspricht nicht dem, was Landois mit gleichem Namen belegte, sondern dem Theile, den dieser als Muskeln des Auges auffasste und bezeichnete.

Sein Umhüllungskörper entspricht etwa dem von mir als Retinula bezeichneten Gebilde.

Dass Landois hier Muskeln finden will, trotzdem von Längs- und Querstreifung nichts, sondern nur gleichförmig körniges Plasma als Inhalt wahrzunehmen ist, scheint mir darauf hinzuweisen, dass er hier Gebilde sucht und findet, die den Theilen eines Wirbelthierauges homolog zu setzen sind, um so mehr, als er sogar bemerkt haben will, dass die Muskelfasern, unten pigmentirt, sich bis auf die Linsen, die doch gar nicht vorhanden sind, fortsetzten und hier nicht pigmentirt, sondern klar und durchsichtig wären.

Dass den Zellen eine gewisse Kontraktilität innewohne, ist zwar nicht unmöglich, aber kaum wahrscheinlich, als Muskeln aber sind sie auf keinen Fall anzusehen.

Um diesen von Landois als Muskelschicht angesehenen Theil des Auges sollen sich noch zwei Häute herumziehen, die das Auge gegen die übrigen Theile des Kopfes, namentlich gegen die kräftigen Kaumuskeln, abschließen und schützen. Von solchen Häuten habe ich absolut nichts bemerken können; an die Zellen des Umhüllungskörpers schließen sich im Gegentheil direkt die Hypodermiszellen und andere Gewebe des Kopfes an, ohne dass irgend welche Häute sich dazwischen befinden.

Der Krystallkörper (Fig. 3 und 4 *k*). Da, wo die Umhüllungszellen aus einander gehen, liegt der Krystallkörper. Von deren oberen farblosen nicht pigmentirten Enden wird er zum großen Theile eingehüllt, an seiner unteren Seite wird er begrenzt von dem außerordentlich stark pigmentirten Kopfe der Retinula, so dass seine untere Partie an nicht entfärbten Präparaten nicht zu sehen ist. An entfärbten Präparaten bemerkt man deutlich, dass er etwas in die Retinula eingesenkt, aber scharf gegen dieselbe abgesetzt ist.

Betrachtet man den Krystallkörper von oben, in der Richtung zur Augenachse, so sieht man vom Mittelpunkte drei dunkle Linien unter Winkeln von 120° aus einander gehen (Fig. 3 *a*). Sie zeigen an, dass der Krystallkörper aus drei symmetrischen Theilen besteht; durch Quetschen des Präparates sind diese leicht von einander zu trennen. Von der Seite gesehen erscheint natürlich nur eine vertikal verlaufende dunkle Linie, wie sie an Längsschnitten wahrzunehmen ist. (Nicht immer liegen die drei Theile des Krystallkörpers so dicht zusammen, dass sie scheinbar eine einzige Kugel bilden, sondern manchmal getrennt, so dass jeder Theil besonders als runde Kugel hervortritt.)

Der Inhalt des Krystallkörpers ist an konservirtem Material fast immer gleichmäßig schwach granulös und schwach gelblich gefärbt.

Bemerkenswerth ist die relativ bedeutende Härte und Resistenzfähigkeit desselben, wenigstens im konservirten Auge; während nämlich die übrigen Theile des Auges ohne verschoben zu werden, beim Schneiden vom Messer durchdrungen werden, wird der Krystallkörper meist aus seiner Lage herausgerissen. Man sieht dann an seiner Stelle in den Umhüllungszellen einen scharf begrenzten hohlen Raum.

Kerne oder ähnliche Körper enthält der Krystallkörper nicht. An ihn legen sich (Fig. 3*a*) drei kleine Zellen, glashell und mit kleinen Kernen versehen, so an, dass sie um ihn eine vollständige Hülle bilden; je eine von ihnen entspricht einem der drei Theile des Krystallkörpers; diese letzteren sind jedenfalls ein Abscheidungsprodukt jener einhüllenden Zellen.

Auf seiner unteren Seite ist der Krystallkörper scharf begrenzt. Nach Landois aber sollen die drei Theile desselben nach unten je in einen schmalen Strang sich fortsetzen. Diese einzelnen Stränge sieht er als einzelne Nervenfasern an und schließt daraus auf die nervöse Natur des Krystallkörpers, indem er einfach die drei Theile desselben als Köpfe oder Endigungen der Nervenfasern hinstellt. An der Basis des Auges sollen die drei Fasern zu drei Ganglienzellen anschwellen und schließlich in das Ganglion opticum übergehen. Er sieht sich daher veranlasst, in der Folge anstatt vom Krystallkörper von den »drei Nervenstäben« zu sprechen.

Als Landois seine Untersuchungen anstellte, war er jedenfalls von der damals herrschenden Ansicht, dass die Krystallkörper in den Arthropodenaugen nervöser Natur seien, beeinflusst, und suchte nun auch bei Raupenaugen den Zusammenhang zwischen Krystallkörper und Nervenendigungen nachzuweisen. Wenn man mit der Absicht, etwas Bestimmtes zu finden, an eine Untersuchung geht, so ist es natürlich, namentlich bei so subtilen Objekten wie Arthropodenaugen, nicht schwer, dieses Bestimmte zu finden. Weiter will Landois noch ein Gebilde, in dem der Krystallkörper eingebettet sei und das er als Trichter bezeichnet, wahrgenommen haben. Was er eigentlich mit diesem Trichter meint, ist mir nie klar geworden, wenigstens habe ich nie etwas entdecken können, was mit einem solchen Gebilde einige Ähnlichkeit hätte.

Dass kein Zusammenhang zwischen dem Nerven und dem Krystallkörper existirt und die Abgeschlossenheit des letzteren nicht etwa bloß auf der Anwendung von Reagentien beruhe, dass dieser also nicht percipirendes Organ sein kann, wie Landois meint, geht deutlich aus Querschnitten hervor, die man durch die unter dem Krystallkörper liegenden Partien des Auges legt. Solche Querschnitte werden im Folgenden näher beschrieben werden.

Der Krystallkörper grenzte nie direkt an die Cornea, sondern war durch zwischenliegende Substanz der Zellen des Umhüllungskörpers von derselben getrennt; der Abstand aber von dieser war nicht immer gleich groß; vielleicht beruht dies Letztere auf der verschiedenen Einwirkung des zur Erhärtung verwendeten Alkohols.

Landois stellt den Krystallkörper, ganz entsprechend der Ansicht von der nervösen Natur desselben, als Homologon des Krystallkegels beim ausgebildeten Insekt hin; Leydig bezeichnet ihn als einen »linsenartigen Körper«. Wenn nun auch beim Insekt die Abscheidung des Krystallkegels von Zellen besorgt wird, die vorher die Cornea abscheiden, hier aber bei der Raupe einem anderen Zellkomplexe zufällt als dem, welcher die Cornea liefert, so ist doch wohl die Homologsetzung des »Krystallkörpers« und Krystallkegels beizubehalten.

Retinula. Im Längsschnitt (Fig. 3 u. 4) an entfärbten wie unentfärbten Präparaten bemerkt man, zwischen dem Krystallkörper und dem Umhüllungskörper eingeschoben, einen keulenförmig zusammengestellten Zellkomplex; derselbe bildet die Retinula und besteht aus 7 Zellen (Fig. 7). Von diesen lassen sich leicht zwei besondere Gruppen unterscheiden: eine äußere, aus drei Zellen bestehend und mit Stäbchen versehen, und eine innere aus vier Zellen bestehend (Fig. 3 u. 4 *A* u. *J* und Fig. 7, *A* u. *J*).

Der äußere einhüllende Zellkomplex reicht mit seinen oberen Enden bis an den Krystallkegel, denselben an seiner unteren Seite begrenzend und von dem inneren Zellkomplexe trennend. Im oberen Theile, namentlich in der Nähe des Krystallkörpers, sind die Zellen außerordentlich stark pigmentirt, so dass von einer feineren Struktur in nicht entfärbten Präparaten, wenn dieselben nicht äußerst dünne Schnitte sind, gar nichts zu bemerken ist. Durch die eigenthümliche Vertheilung des Pigmentes erhalten die gefärbten Stellen der Retinula das Aussehen eines (Spiel-) Kegels (Fig. 3). Schreitet man zur Entfärbung, so treten an der Stelle, wo sich die drei Zellen gegen einander neigen und zusammenstoßen (Fig. 4), keulen- oder stäbchenförmige Gebilde von starkem Lichtbrechungsvermögen hervor, die zu mehreren über einander und fast horizontal gelagert, radial um die Achse des Auges angeordnet sind.

Hat man Querschnitte aus der Gegend, wo die äußeren Zellen zusammenstoßen (Fig. 5 u. 5*a*), so bemerkt man zunächst, dass die Begrenzung der Retinula kreisförmig und gegen den Umhüllungskörper scharf abgesetzt ist. Im Mittelpunkte liegt eine kleine, runde, vollständig pigmentfreie Stelle. Um diese herum folgt eine ganz dunkle und auf diese wieder eine hellere Zone. An entfärbten Präparaten treten

(Fig. 5*a*) die Trennungsstellen der Zellen hervor: man sieht wiederum vom Mittelpunkte nach der Peripherie, ungefähr unter Winkeln von 120°, drei helle Linien verlaufen; sie deuten an, dass man es hier wieder mit drei Zellen zu thun hat. Die an nicht entfärbten Schnitten mittlere dunkle Zone lässt jetzt die Stäbchen in strahliger oder kranzförmiger Anordnung hervortreten. Da diese zu mehreren über einander liegen, ohne besonders regelmäßige Anordnung, und da sie nicht alle gleichmäßig horizontal gelagert sind, so erhält man in solchen Querschnitten nie ein deutliches Bild von den einzelnen, den Stern zusammensetzenden Stäbchen. Die Erscheinung hat vielmehr einige Ähnlichkeit mit einer stark zusammengezogenen Iris.

In dem Sterne der Stäbchen unterscheidet man leicht drei Abschnitte genau entsprechend den drei Zellen des äußeren Theiles der Retinula. — An Schnitten, welche noch Theile des Krystallkörpers enthalten, sieht man, dass einzelne Stäbchen, wenigstens in den oberen Reihen, sich mit ihren centralen Enden an den Krystallkörper anlegen.

Während man bei solchen entfärbten Querschnitten, bei einer Einstellung des Mikroskops auf die Stäbchenschicht, in der durch die drei Zellen des Umhüllungskörpers begrenzten Kreisfläche nur die drei Zellen des äußeren Theiles der Retinula, mit den Stäbchen die ganze Kreisfläche ausfüllend bemerkt, sieht man bei einer Einstellung auf etwas tiefere Partien, die Stäbchen verschwinden, die drei Zellen aus einander weichen und sich auf den Rand der Kreisfläche beschränken, so dass dazwischen Platz von meist annähernd dreieckiger Gestalt entsteht für die sich einschiebenden Theile der inneren vier Zellen der Retinula (Fig. 7*a* u. 7*b*).

Was die Stäbchen anlangt, so ist das Allgemeine über ihre Lage und Anordnung schon erwähnt worden. Über ihre Anzahl lässt sich keine bestimmte Angabe machen, da dieselbe in den einzelnen Augen zu wechseln scheint; nach Querschnitten, wie Fig. 6 einen solchen zeigt, kommen auf jede der drei zugehörigen Zellen einige zwanzig. So wie so schon in den stärkst pigmentirten Stellen gelegen, sind diese noch weiter dadurch ausgezeichnet, dass das Pigment auf ihrer Peripherie besonders koncentrirt ist, so dass es den Anschein gewinnt, als ob sie in Pigmentröhren säßen. Besonders tritt dies nach dem Zusatz von Salzsäure hervor; während alle übrigen Theile ziemlich schnell durch Einwirkung derselben entfärbt werden, bleibt um jedes Stäbchen eine roth gefärbte Scheide relativ lange erhalten. Gegen das körnige Plasma der Zellen heben sich die Stäbchen durch ihre gleichmäßige Beschaffenheit und starkes Lichtbrechungsvermögen gut ab.

Der Stern der Stäbchen ist es jedenfalls, den Landois als Iris betrachtet hat. Die Stäbchen sieht er als Fasern an und schreibt ihnen Kontraktilität zu. Ihre Lage ist nach ihm eine andere, nämlich zwischen der »Linse« und dem Krystallkörper. Wie er zu dieser sonderbaren Ansicht gekommen ist, lässt sich leicht verstehen, wenn man erfährt, wie er seine Präparate hierzu hergestellt hat. Anstatt nämlich an erhärtetem Materiale Schnitte anzufertigen, quetscht er die Augen in Raupenblut und konstatirt danach die Lageverhältnisse. Es ist nun leicht einzusehen, dass ein Organ durch Quetschen viel eher aus seiner Lage verschoben wird als durch Erhärtungsmittel. Landois aber, der neben solchen Quetschpräparaten auch Schnitte durch gekochte Augen benutzte und hier jedenfalls die richtige Lage beobachtete, ist anderer Ansicht; er meint, dass durch Erhärtungsmittel der Krystallkörper in Folge der eintretenden Kontraktion durch die »Pupille der Iris« hindurchgepresst werde und so zu seiner Lage vor der Iris gelange. Er legt besonderen Werth auf das Vorhandensein dieser Iris und betont, dass er sie zuerst nachgewiesen habe. Wie wenig jedoch dieses Organ mit einer Iris zu thun hat, liegt nach dem oben angeführten auf der Hand.

Der innere Zellkomplex besteht, wie Schnitte senkrecht zur Achse des Auges beweisen (Fig. 7, I_{1-4}), nicht mehr aus drei, sondern aus vier Zellen. Mit der schönen Dreitheilung ist es also vorbei. Aus dem Querschnitt ersieht man leicht, dass die Theilnahme an der Bildung des inneren Theiles der Retinula nicht eine gleiche, sondern eine verschiedene ist. Zwei von ihnen (Fig. 7, I_1 u. $_2$) begrenzen die beiden anderen (I_3 u. $_4$), die so ziemlich im Centrum des Auges liegen. Dadurch dass die beiden ersten Zellen eckig in die beiden letzten eingreifen, erhält man meist eigenthümlich schleifenförmige Figuren.

Alle vier Zellen reichen bis an die Stelle, wo die drei äußeren stäbchentragenden Zellen aus einander weichen, resp. zusammentreten. In den oberen Theilen sind sie ebenfalls außerordentlich stark pigmentirt, so dass der Querschnitt (Fig. 7) völlig dunkel nur mit einer kleinen hellen, meist halbmondförmigen, im Centrum liegenden Stelle erscheint. Die unteren Stellen sind meist weniger pigmentirt und lassen die Kerne, die sich ebenfalls meist auf die unteren Partien beschränken, hervortreten. Einen Abschluss gegen die Basis des Auges erreichen sie eben so wenig wie die drei Zellen des stäbchentragenden Theiles, sondern verlaufen wie diese allmählich im Nerven.

Schreitet man zur Entfärbung von Längsschnitten, so treten in der Mitte, gewissermaßen von dem Stäbchenkranze herabragend, helle schleifenförmige Gebilde hervor. Bei der gewöhnlichen (500fachen) Vergrößerung erscheinen dieselben fast homogen, durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen von dem körnigen Plasma unterschieden. Erst bei stärkerer (700facher) Vergrößerung (Immersion) lässt sich eine blättrige Struktur bemerken, die natürlich je nach der Einstellung des Mikroskops wechselt. Fig. 4 *a* giebt solche Ansichten bei stärkerer Vergrößerung.

Einen weiteren Aufschluss über dieses Gebilde geben Querschnitte. In Fig. 7 *a* und 7 *b* sind solche von ein und demselben Auge aber aus verschiedenen Tiefen dargestellt; Fig. 8 ist von einem anderen Auge. Hier breitet sich zwischen den Grenzflächen der beiden mittelsten Zellen (I_3 u. I_4) ein aus stark lichtbrechender Substanz bestehendes Band in sternförmiger Faltung aus; wenn die Schnitte genau senkrecht zur optischen Achse ausgefallen sind, zeigt dasselbe keine besonderen Strukturen auf; sind die Schnitte aber schief, so zeigt jede Falte eine eigenthümliche fiederige Zeichnung, was nicht wunderbar sein kann, wenn man an die horizontale lamellare Struktur denkt, wie sie in Längsschnitten (Fig. 4 *a*) zu Tage tritt. Am leichtesten kann man sich von dem eigenthümlichen Organe und den Figuren, die man je nach der Führung des Schnittes erhalten muss, machen, wenn man sich aus Papierblättern Scheiben etwa von der Form, wie Fig. 7 *a* zeigt, ausgeschnitten und über einander geschichtet denkt. — Wie die Abbildungen (Fig. 7 u. 8) zeigen, sind die einzelnen Falten nicht an eine bestimmte Zahl gebunden, sie wechseln in den einzelnen Augen: so erscheinen in der einen Figur etwa zehn, in der anderen nur sechs.

Abbildung 9 zeigt noch einen Querschnitt durch die Basis des Auges, etwa aus der Gegend, wo die Kerne liegen. Alle sieben Zellen der Retinula sind hier ohne besondere Eigenthümlichkeiten. In noch tieferen Lagen verschwinden allmählich die Grenzen derselben und das Plasma nimmt faserige Struktur an: die Zellen gehen in den Nerven über.

Das vorhin beschriebene eigenthümliche Gebilde an den inneren Zellen der Retinula ist es offenbar, was Landois als Anhangsgebilde der »Iris« beschreibt und als Irisschleifen bezeichnet; solcher letzterer zählt er drei; sie sollen sich als keilförmige Lappen von der Iris herabhängend um den (nach seiner Ansicht darunter gelegenen) Krystallkörper legen. Hätte Landois Querschnitte durch jene Stellen gehabt, so würde ihm das Irrige seiner Ansicht bald aufgefallen sein.

Die Retinula im Ganzen bezeichnet Leydig als »pigmentirtes Sehnervenbündel«; für Landois ist sie der Umhüllungskörper. Wie schon früher bemerkt, sah dieser den Krystallkörper als Enden dreier Nervenfasern an, die durch die Mitte des Auges hinziehend, von den Zellen der Retinula eingehüllt sein sollten: daher die Bezeichnung. Von diesem Umhüllungskörper erzählt Landois die sonderbarsten Dinge: er soll an der Basis mit mehr oder weniger zugespitztem Ende beginnen, aus drei

Theilen bestehen und in jedem Theile noch vier große Zellen mit Kernen und Kernchen enthalten. Wie wenig dies der Wahrheit entspricht, geht wohl zur Genüge aus dem oben Erwähnten hervor.

Innervation: Wie schon früher angeführt, kommt nicht etwa vom Gehirn aus an jedes Auge ein besonderer Nerv heran, sondern die etwas verjüngt zulaufenden Retinulazellen nehmen faserige Struktur an und vereinigen sich in der durch Fig. 1 charakterisirten Weise, um nach der Vereinigung einen gemeinsamen Nerven nach dem Gehirn zu entsenden. Charakteristisch für die Nerven ist die theilweise Pigmentirung und Längsstreifung, wodurch sie sich außerordentlich deutlich von den umgebenden Geweben abheben. — Von Augenstielen, besonderen Nervenfasern und einem Ganglion opticum, dem die sechs Augen aufsitzen sollen, wie Landois meint, kann nicht die Rede sein.

Das Auge der Phryganidenlarven.

Über diesen Gegenstand ist eine Abhandlung von N. Poletajef in den Horae Entom. Soc. Rossicae vom Jahre 1884, leider aber nur in russischer Sprache erschienen und aus den beigegebenen Tafeln allein ist nichts zu ersehen, so dass es mir unmöglich ist, auf diese näher einzugehen und ich mich auf die Wiedergabe der von mir gefundenen Resultate beschränken muss.

Zur Erhärtung der Objekte wurde ebenfalls starker Alkohol und zur Entfärbung Salzsäure mit Glycerin verwendet. Eine Einbettung des erhärteten Materials in Celloidin leistete beim Schneiden vorzügliche Dienste.

Lage und Stellung der Augen. Diese erscheinen am Kopfe der Larve jederseits in Form von zwei kleinen dunklen Erhebungen, nicht viel größer als ein einzelnes Raupenauge. So hat scheinbar eine Larve jederseits nur ein einziges Auge. Fertigt man jedoch Querschnitte durch ein solches an, so bemerkt man alsbald, dass man es hier nicht mit einem einheitlichen Gebilde zu thun hat. Die überdeckende Cornea ist nicht gleichmäßig durchsichtig, sondern setzt sich aus sechs hellen Theilen zusammen und unter diesen erscheinen sechs gesonderte Krystallkörper. Dies zeigt aufs deutlichste, dass der jederseitige Sehapparat aus sechs einzelnen Augen gebildet ist.

Die Achsen dieser einzelnen Augen sind nicht parallel gerichtet, sondern streben einem Vereinigungspunkte, dem Insertionspunkte des Sehnerven zu. Man erhält daher in Querschnitten immer nur von einem oder höchstens von zwei Augen ein deutliches, d. h. senkrecht zur Achse liegendes Bild. Bei der geringen Größe der Augen im Verhältnis zu denen der Raupen ist es mir wenigstens unmöglich gewesen, wie dort besonders hervortretende Zellen oder Zellkomplexe zu bemerken. Man sieht in Längsschnitten nur eine Abgrenzung der Einzelaugen in längs verlaufenden, in Querschnitten in kreisförmigen Linien; zwischen diese schieben sich dunkel pigmentirte Hypodermiszellen ein.

Wenn sich nun auch nicht wie bei den Raupen eine Gliederung nach Zellkomplexen wahrnehmen lässt, das Princip des Aufbaues eines Einzelauges ist dasselbe: hier wie dort ist eine Cornea, ein Krystallkörper und eine zweitheilige Retinula vorhanden.

Cornea: Darunter ist wieder die durchsichtige Stelle der überdeckenden Chitinschicht zu verstehen. Ein auffallender aber an sich wohl unbedeutender Umstand ist der, dass nicht zu jedem Krystallkörper eine gewölbte Cornea gehört, sondern nur zu einem einzigen (Fig. 10 u. 11). Diese Cornea zeichnet sich dadurch aus, dass sie nur nach innen stark gewölbt ist; dem inneren Rande koncentrische Streifen sind mit Leichtigkeit wahrzunehmen. Die durchsichtigen Stellen der Chitinhaut über den anderen Krystallkörpern zeigen weder besondere Verdickung noch besondere Streifung; sie unterscheiden sich von den umgebenden Theilen der chitinigen Kopfhaut nur durch ihre glatten Oberflächen und ihre Durchsichtigkeit.

Der Krystallkörper liegt fast unmittelbar hinter der Cornea, ganz eingebettet in körniges Plasma. Er erscheint meist als ein kugelförmiger Körper von homogener, stark lichtbrechender Substanz; fast immer ist er einfach, nur selten in mehrere Theile getheilt. Einschließende Zellen sind nicht zu bemerken.

Retinula. Als solche ist der unter dem Krystallkegel gelegene Theil des Auges anzusehen. Dieser zeichnet sich wieder durch die sehr starke dunkelrothe Pigmentirung aus; nur in Querschnitten erscheinen in der Mitte des Auges kleine helle, nicht pigmentirte Stellen, welche den lichtempfindlichen Theilen der Retinula entsprechen. Entfärbt man nämlich solche Schnitte, so zeigt hier das Plasma besondere Strukturverhältnisse. Je nach der Einstellung des Mikroskops ist das Bild ein verschiedenes. In den höheren Partien gleich unterhalb des Krystallkegels zeigt sich das Plasma umgewandelt in Stäbchen von stark lichtbrechenden Eigenschaften, die (Fig. 12 u. 12*a*) gegen das Centrum des Auges gerichtet sind und mit ihren Enden theilweise den Krystallkörper berühren (Fig. 11). Es entsteht auf diese Weise ein sternförmiges Gebilde von ähnlichem Aussehen wie beim Raupenauge. Der Durchmesser des Sterns ist etwa der des Krystallkörpers. In tieferen Partien wird der Anblick ein anderer (Fig. 13 u. 13*a*). Nicht mehr Stäbchen sondern gleichförmige lichtbrechende Substanz von etwas geringerer Ausbreitung erscheint in der Mitte des Auges; durch eine eigenthümliche kreuzartige

Zeichnung erhält dieselbe ein Aussehen, welches sehr an Querschnitte durch die Retinula von Käferaugen erinnert. Gegen das umgebende Plasma ist sie nicht deutlich abgegrenzt, sondern strahlt mit stäbchenförmigen Fortsätzen in dasselbe hinein.

Innervation. Auch hier sitzen die einzelnen Augen nicht einem Ganglion opticum auf, sondern entsenden nach ihrer basalen Vereinigung einen gemeinsamen Nerven nach dem oberen Schlundganglion.

Vergleich des Sehorgans der Phryganidenlarven mit dem der Raupen. Was die Anordnung und Verbindung der Augen betrifft, so ist sie bei beiden Larvenformen dieselbe: die Einzelaugen sind zunächst in ihren äußeren Partien vollständig von einander getrennt, erst an der Basis sind sie vereinigt und stehen durch einen gemeinsamen Nerven mit dem Gehirn in Verbindung. Dass die Augen bei den Phryganidenlarven mehr auf einen Punkt zusammengedrängt sind und durch die für alle Augen scheinbar einheitliche Cornea Ähnlichkeit mit einem Facettenauge gewinnen, kann kein Hindernis für den Vergleich sein, da ja die durchsichtigen Partien der Chitinhaut, welche die Cornealinsen über den einzelnen Krystallkegeln bilden, durch breite pigmentirte Streifen von einander getrennt sind und so andeuten, dass es sich hier um sechs getrennte Einzelaugen handelt. Dass auch bei den Phryganidenlarven die Zahl 6 in so deutlich ausgesprochener Weise hervortritt, scheint mir ebenfalls auf die vollständige Homologie mit den Raupenaugen hinzuweisen.

Am besten tritt die Übereinstimmung aber in den Einzelaugen selbst hervor. Die lichtdurchlassenden Theile sind in gleicher Weise ausgebildet: in beiden Fällen findet sich eine mehr oder weniger gewölbte Cornea, ein Krystallkörper und zwischen beiden lichtes durchsichtiges Plasma. In den percipirenden Theilen (in der Retinula) lassen sich zwar bei den Phryganidenlarven nicht wie bei den Raupen zwei geschiedene Zellkomplexe wahrnehmen, dass aber trotzdem das Princip des Aufbaues ein gleiches ist, ist nicht zu verkennen, denn bei beiden Augenformen folgt zunächst unter dem Krystallkörper eine Stäbchenschicht und dann jenes eigenthümliche, homogen stark lichtbrechende Gebilde.

Es ist also, wenn man von der etwas undeutlicheren Differenzirung bei den Phryganidenlarven absieht, das Auge bei beiden Larvenformen homolog ausgebildet.

Morphologisches. Landois war nach seinen Untersuchungen über das Raupenauge im Zweifel, ob er es hier mit einem einfachen oder zusammengesetzten Auge zu thun habe. Indem er einmal auf die von ihm konstatirte Dreitheilung der Cornea und »Linse« und auf die dreifache Anzahl von Nervenstäben, Ganglienzellen und Nervenfasern, das andere Mal aber auf die gemeinsame Muskelschicht und Neurilemm und auf die enge Aneinanderlagerung der Corneatheile, »Linsen-« und »Nervenknöpfe« hinweist, glaubt er eben sowohl die Ansicht von einem zusammengesetzten, wie die von einem einfachen vertheidigen zu können, und sieht das Raupenauge als eine Zwischenstufe zwischen beiden an; um auch im Namen diese Merkmale auszudrücken, schlägt er die Bezeichnung Ocelli compositi vor. Diesen Landois'schen Ausführungen folgt auch Thompson Lowne in der bereits erwähnten Abhandlung und stellt bei der Klassifikation der Insektenaugen vier Klassen auf, von denen die eine durch die Ocelli compositi (Compound ocelli) repräsentirt wird.

Die Gründe aber, die nach Landois dafür sprechen, das Raupenauge für ein (aus drei Elementen) zusammengesetztes zu halten, sind nicht stichhaltig und beruhen fast nur auf den fehlerhaften Resultaten der anatomischen Untersuchung. Denn die Dreitheilung der Cornea ist keineswegs so eklatant, und die Linsen, Nervenstäbe, Nervenfasern und Ganglienzellen sind überhaupt nicht vorhanden. Zieht man weiter die Übereinstimmung mit dem Auge der Phryganidenlarven in Betracht, so sieht man, wie aussichtslos es ist, die Ansicht vom zusammengesetzten Auge aufrecht erhalten zu wollen, und dass es vollständig überflüssig ist, einen neuen Namen für das Raupenauge einführen zu wollen. Es ist eben das einzelne Auge der Raupe, wie das der Phryganidenlarven, ein einfaches.

Für eng zusammengedrängte Augen ist schon lange der Ausdruck »gehäufte Augen« im Gebrauch, und diesen kann man darum passend auf die Augen der Phryganidenlarven anwenden.

Von anderen bekannten Augenformen von Insektenlarven stehen zu den beschriebenen kaum welche in näherer Beziehung. Vielleicht gilt dies aber von Semblislarven; wenigstens findet sich nach Untersuchungen von Grenacher unter einer Cornealinse ein mehrtheiliger Krystallkörper und eine aus zwei über einander liegenden Zellkomkomplexen gebildete Retina. Späteren Untersuchungen gelingt es vielleicht nach dieser Richtung hin Anschlusspunkte zu gewinnen.

Beziehung zum Fächerauge des Insekts. Bekanntlich gehen die Augen der Larven in der Regel nicht in die Bildung des Insektenauges ein, sondern gehen während der Verpuppung zu Grunde und lassen an ihre Stelle ein vollständig neues Organ treten. Dies Verhältnis besteht auch bei den Lepidoptera und Phryganidae. Es fragt sich nun, in welchen Beziehungen steht das Larvenauge zu dem des ausgebildeten Insekts.

Von vorn herein lässt sich vermuthen, dass in dem Auge der Insekten sich ähnliche Komponenten finden werden wie bei der Larve, und es liegt nahe ein einzelnes Auge, wie es sich bei der Raupe findet, mit einer Facette in Parallele zu stellen; wie berechtigt eine solche Parallele ist, zeigt die offenbare Übereinstimmung beider Theile. Die Facette setzt sich zusammen aus einer Cornealinse, einem Krystallkegel, und einer Retinula, die in der Regel aus sieben Theilen besteht; es sind dies ganz dieselben Komponenten wie beim Raupenauge. Dass auch in der Regel, wie GRENACHER nachwies, in der Facette sieben Stäbchen oder Stäbchenzellen an der Bildung der Retinula Theil nehmen, ist vielleicht nicht ein zufälliges Zusammentreffen von Thatsachen, sondern deutet auf den engen Zusammenhang mit dem Larvenauge hin, wo ja auch die Retinula aus sieben Zellen aufgebaut ist.

Trotz dieser Übereinstimmung besteht natürlich ein großer Unterschied im Sehen des Schmetterlings und der Raupe. Das Facettenauge des ersteren gewinnt seine Bedeutung erst in dem Zusammenwirken vieler Facetten, und eignet sich namentlich zur Wahrnehmung von Bewegungen; bei der Raupe aber funktionirt jedes einzelne Auge für sich, wie ein einfaches Auge, und eignet sich mehr zur Wahrnehmung von Körpern. Die Leistungen eines solchen Auges sind natürlich entsprechend der geringen Anzahl von Nervenenden sehr gering, gehen aber doch wahrscheinlich, wie die experimentellen Untersuchungen von PLATEAU (Recherches exp. sur la vision chez les Arthropodes. Bruxelles 1888. trois. partie) zeigen, über die bloße Wahrnehmung von Hell und Dunkel hinaus, und ermöglichen, wenn auch nicht die Unterscheidung, so doch die Wahrnehmung von Körpern.

Zwischen den Sehapparaten, welche jene beiden verschiedenen Arten des Sehens bedingen, lassen sich aber leicht Übergänge herstellen. Denken wir uns z. B. die Augen der Raupe näher an einander gerückt, und von einer zusammenhängenden Cornea überdeckt, so erhalten wir das Auge der Phryganidenlarven; werden in diesem Organe die Einzelaugen vermehrt und noch enger zusammengedrängt, so entsteht das Facettenauge. Dies letztere selbst ist daher nur als ein Komplex von vielen Einzelaugen anzusehen.

So eignen sich vielleicht die Verhältnisse bei den Larven für die Ableitung des facettirten Auges, und weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiete gelingt es vielleicht weitere Gesichtspunkte zu gewinnen.

Werdau bei Zschackau (Prov. Sachsen), im Januar 1890.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXIV und XXXV.

Fig. 1. Die sechs Augen der Raupe von Gastropacha rubi in ihrer gegenseitigen Verbindung.

Fig. 2. Die Cornea von oben gesehen.

Fig. 3. Längsschnitt durch ein Auge; nicht entfärbt.

Fig. 3*a*. Krystallkörper mit den einschließenden Zellen. *K*, Kerne.

Fig. 4. Derselbe Längsschnitt wie in Fig. 3, aber entfärbt.

C, Cornea;
Ch, Chitinhaut des Kopfes, in einer dunklen und einer hellen Schicht;
B, Borste;
K, Krystallkörper;
U, Zelle des Umhüllungskörpers, *u*, ihr Kern;
A, äußere Zelle der Retinula, *a*, ihr Kern;
I, innere Zelle der Retinula, *i*, ihr Kern;
Hp, Hypodermiszellen;
St, Stäbchen.

Fig. 4*a*. Der Stäbchenkranz der äußeren Zellen der Retinula und das darunter liegende stark lichtbrechende Gebilde zwischen den inneren Zellen. Etwas stärker vergrößert als in Fig. 4.

Fig. 5. Querschnitt aus der Gegend des Stäbchenkranzes, nicht entfärbt.

Fig. 5*a*. Derselbe entfärbt.

u_1, u_2, u_3, die drei Kerne der umhüllenden Zellen;
A_1, A_2, A_3, die drei äußeren Zellen der Retinula;
St, Stäbchenkranz.

Fig. 6. Längsschnitt durch ein Auge, aber nicht durch die Mitte, sondern durch die seitlichen Theile, so dass die Stäbchen im Querschnitt erscheinen.

A, Zelle des äußeren Theiles der Retinula;
St, Stäbchen im Querschnitt;
I, Zelle des inneren Theiles der Retinula.

Fig. 7. Querschnitt unmittelbar unter dem Stäbchenkranze, noch nicht entfärbt.

Fig. 7*a*. Derselbe entfärbt.

Fig. 7*b*. Derselbe entfärbt, aber bei etwas tieferer Einstellung des Mikroskops.

u_1, u_2, u_3, die drei Kerne der Zellen des Umhüllungskörpers;
A_1, A_2, A_3, die drei Zellen des äußeren Theiles der Retinula;
I_1, I_2, I_3, I_4, die vier Zellen des inneren Theiles der Retinula;
B, das bandförmige, gefaltete, stark lichtbrechende Gebilde zwischen den inneren Zellen.

Fig. 7*c*. Der Theil *B* aus Fig. 7*a* stärker vergrößert.

Fig. 8. Querschnitt wie Fig. 7*b*, aber von einem anderen Auge.

Fig. 9. Querschnitt durch die unteren Partien, aus der Gegend, wo die Kerne der Retinulazellen liegen.

Fig. 10. Querschnitt durch die Augen einer Phryganidenlarve in der Höhe der Krystallkörper.

C, linsenartig verdickte Cornea;

K, die sechs Krystallkörper.

Fig. 11 und 11*a*. Längsschnitte durch ein solches Auge, pigmentirt und entfärbt.

Fig. 12 und 12*a*. Querschnitt unter dem Krystallkörper mit dem Stäbchenkranz in verschiedenen Vergrößerungen. Fig. 12 entspricht der Vergrößerung in Fig. 11.

Fig. 13 und 13*a*. Querschnitt durch tiefer gelegene Theile. Die Vergrößerungen entsprechen denen in Fig. 12 und 12*a*.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Fig. 2.

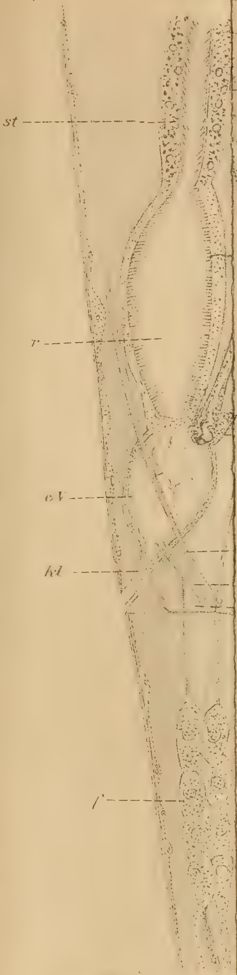

st
r
n
cV
kl
f
r

Fig. 4.

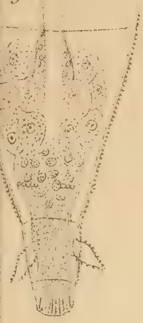


Fig. 8.

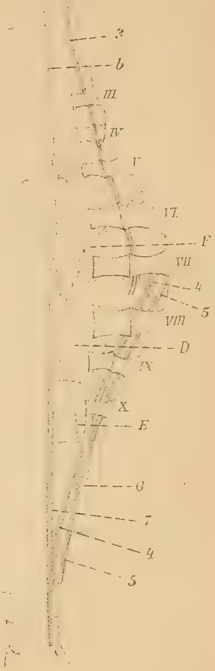

a
b
III
IV
V
VI
F
VII
4
5
VIII
D
IX
X
E
6
7
4
5

Fig. 1.

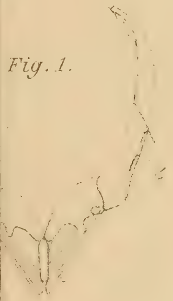


Fig. 9.

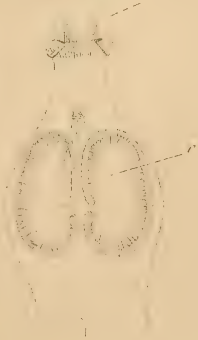


Fig. 14.

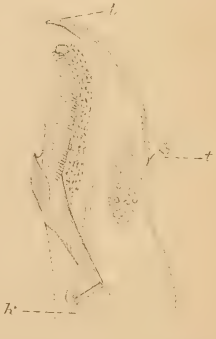
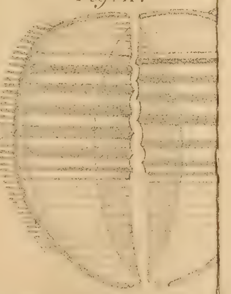


Fig. 11.



L Plate del.

Fig. 2.

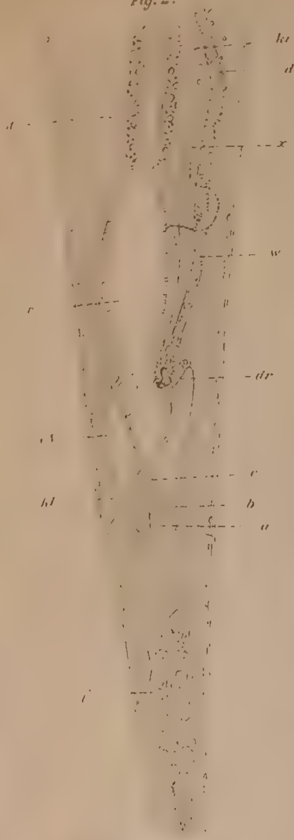

y
kt
do
d
x
w
r
dr
c
b
a
kl

Fig. 12.

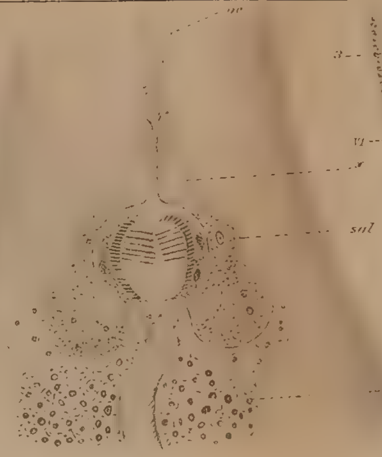


Fig. 5.

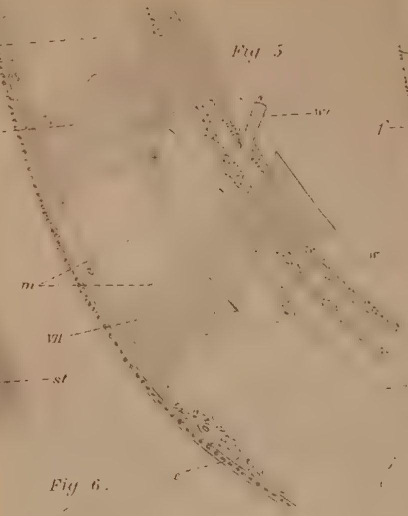

3
VI
wi
m
VII
c

Fig. 4.

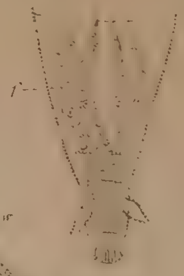


Fig. 8.

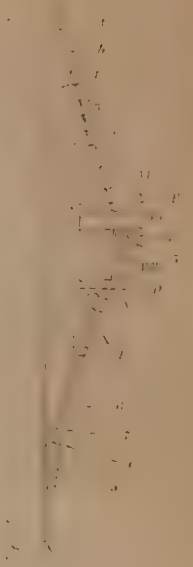


Fig. 1.

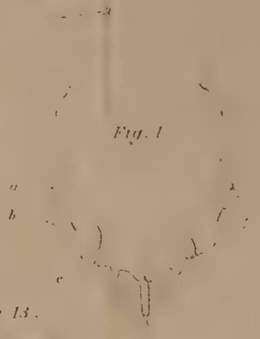


Fig. 3.

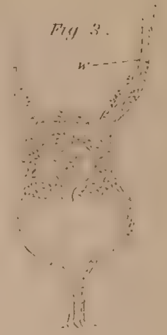


Fig. 7.

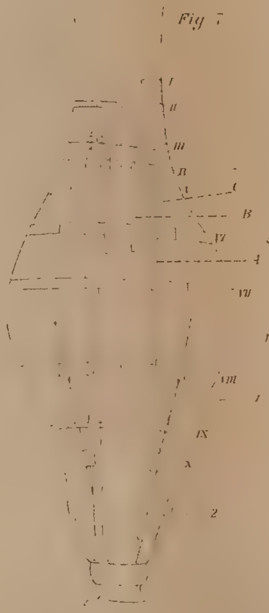

I
II
III
B
VI
VII
VIII
IX
X
2

Fig. 6.

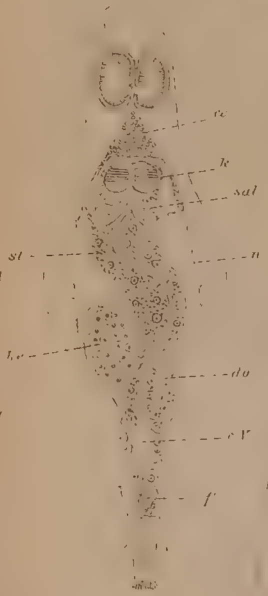

oe
k
sal
st
n
l.e
do
eV
f

Fig. 13.

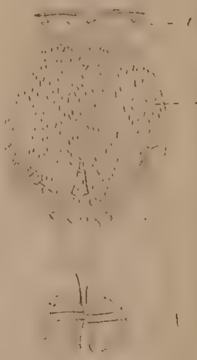


Fig. 9.

Fig. 14.

Fig. 11.

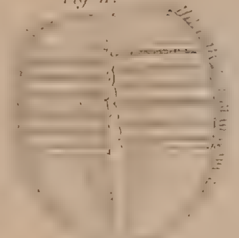


Fig. 10.

L. Plate del.

Wilh. Engelmann

10.

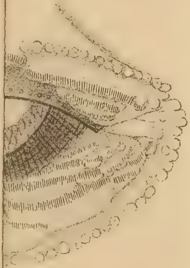
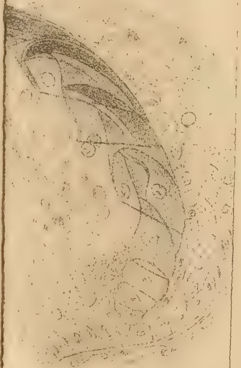


Fig. 3

Fig. 35.

Fig. 40.



r Gu

A. Funke, Leipzig

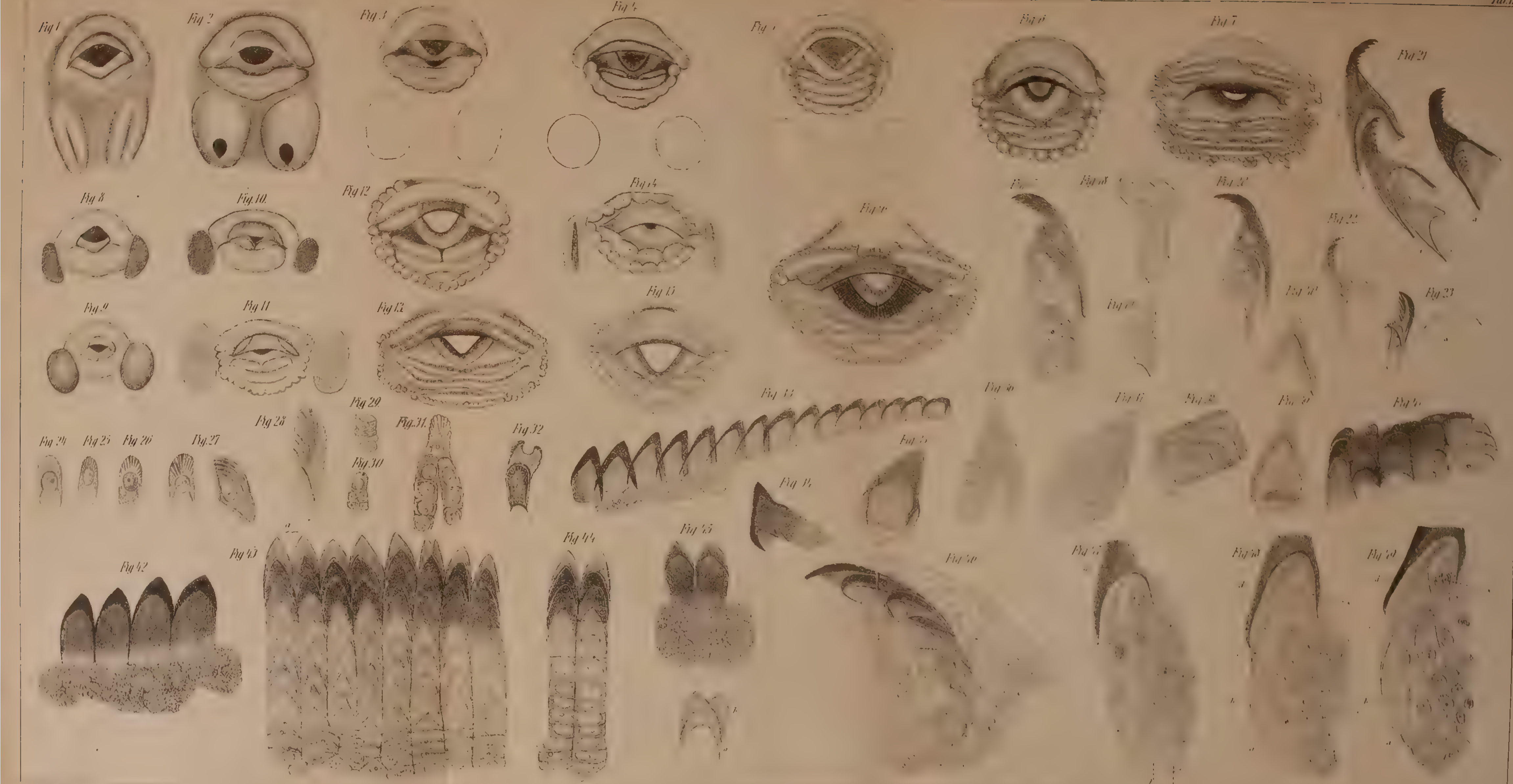


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 21
Fig. 8
Fig. 10
Fig. 12
Fig. 14
Fig. 20
Fig. 22
Fig. 9
Fig. 11
Fig. 13
Fig. 15
Fig. 23
Fig. 24
Fig. 25
Fig. 26
Fig. 27
Fig. 28
Fig. 29
Fig. 30
Fig. 31
Fig. 32
Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44
Fig. 45

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

Fig. 50.

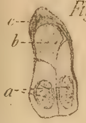


Fig. 51.

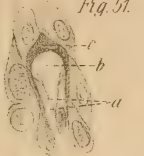
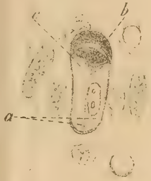


Fig. 52.



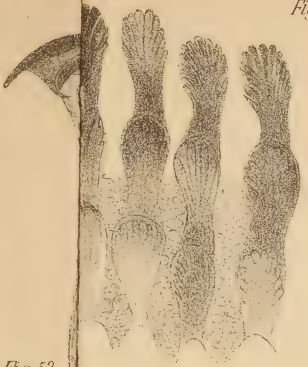
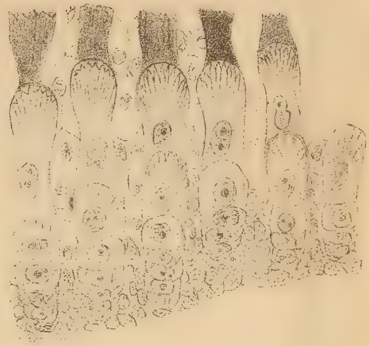


Fig. 57.



.61

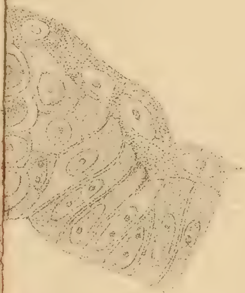


Fig. 62.

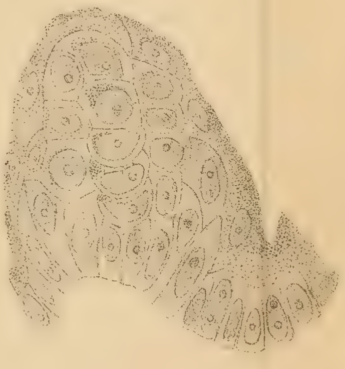
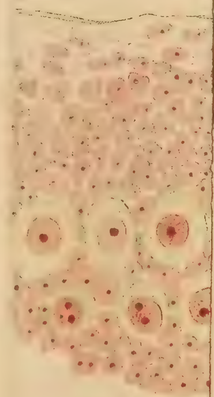


Fig. 58.



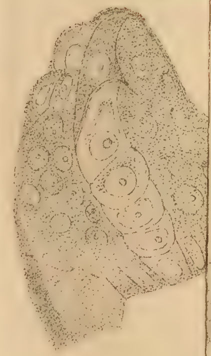
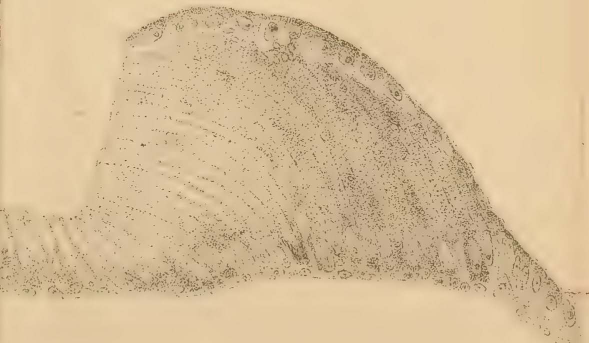


Fig. 66.



Gutzeit ad nat. del.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

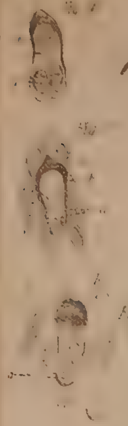


Fig. 52.

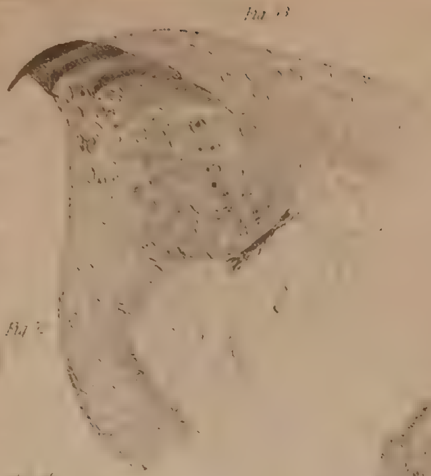


Fig. 53.

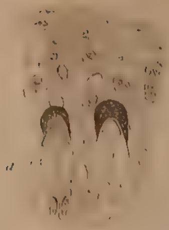


Fig. 54.

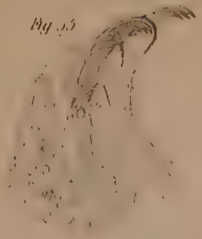


Fig. 55.

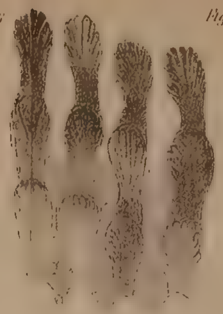


Fig. 56.

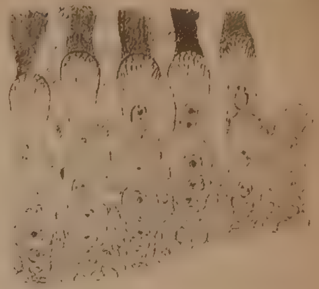


Fig. 57.

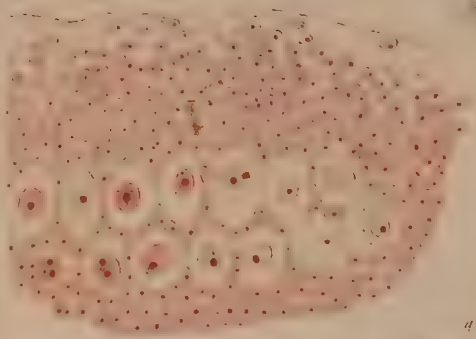


Fig. 58.

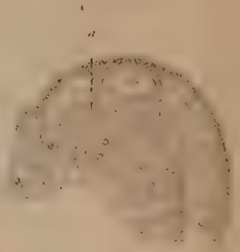


Fig. 59.

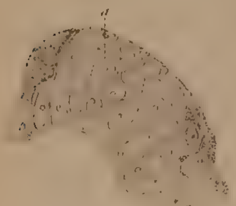


Fig. 60.

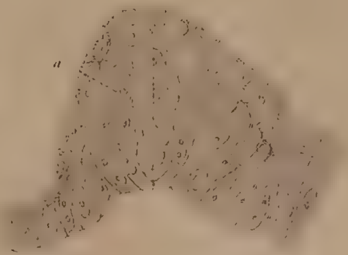


Fig. 61.

Fig. 62.

Fig. 63.

Fig. 64.

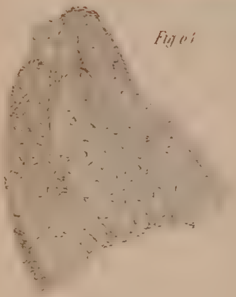


Fig. 65.

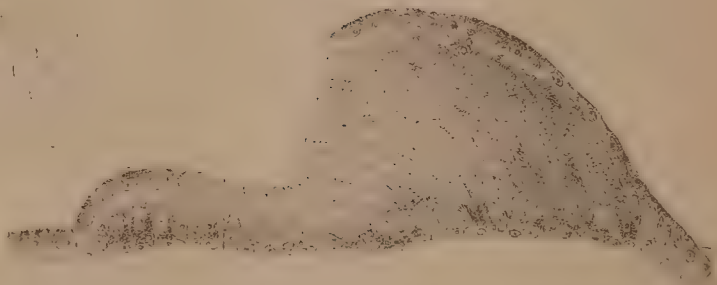


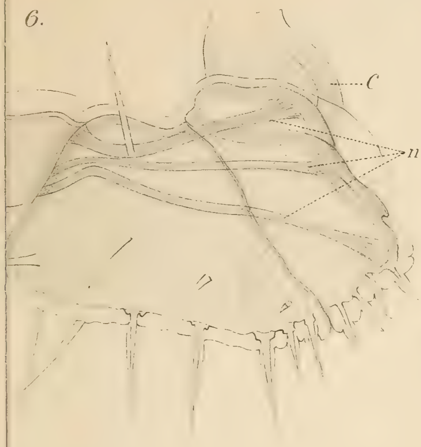
Fig. 66.

del.

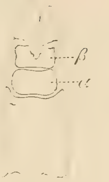
Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. A. Funke, Leipzig.

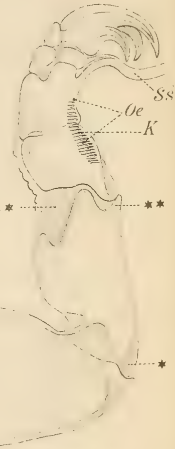
6.



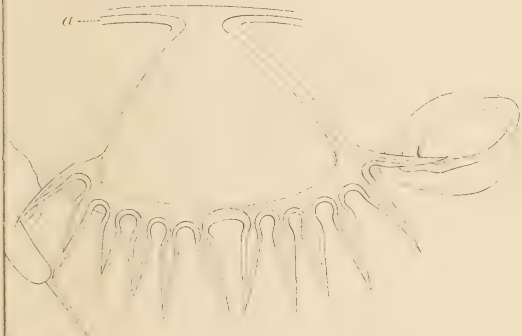
10.



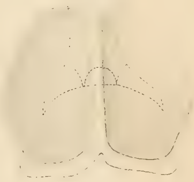
7

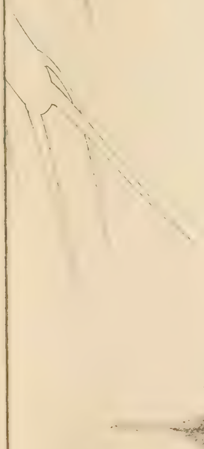


12.



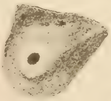
11.



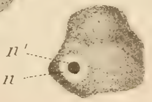


15 a.

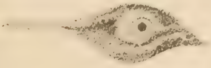
15 b.



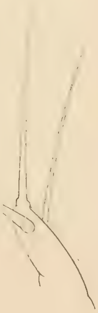
15 c.



15 d.



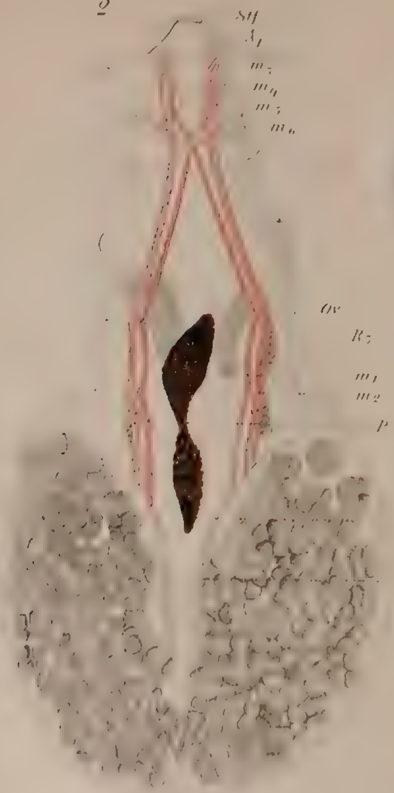
13.



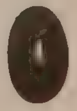
14.

Lith. Anst. v Werner & Winter, Frankfurt a/M.

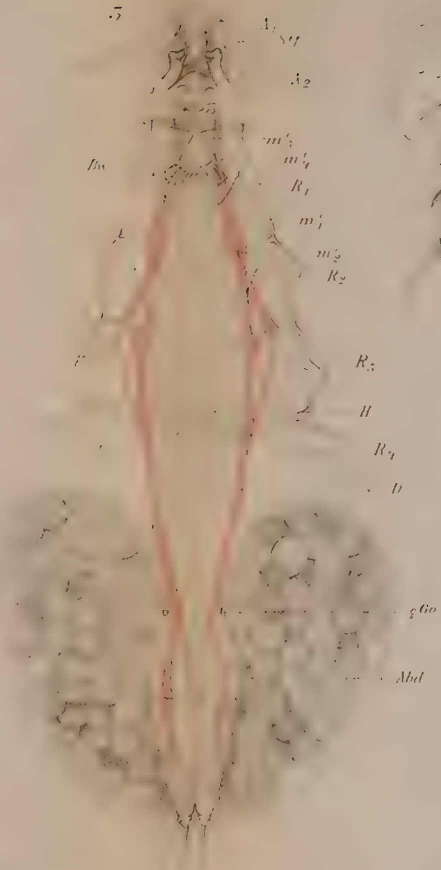
2


Sg
A1
m3
m4
m5
m6
Ov
R3
m1
m2
P
m7
m8

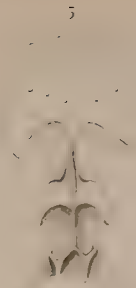
1.



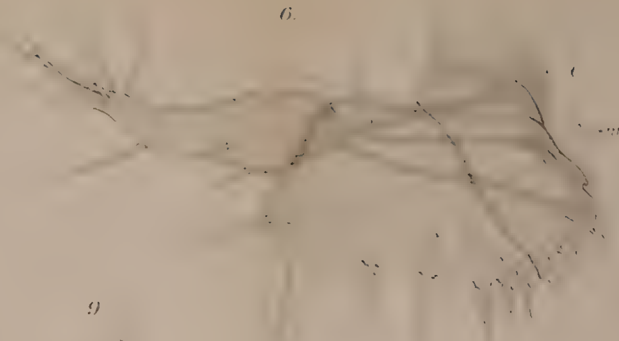
3


A1
Sg
A2
m'3
m'4
Bn
R1
m'1
m'2
R2
R3
H
R4
D
♀Go
Abd

5

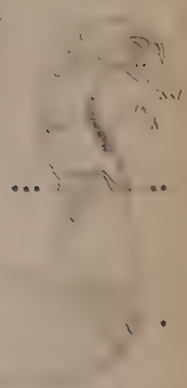


6.

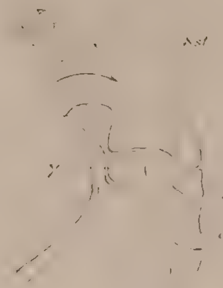


10

7

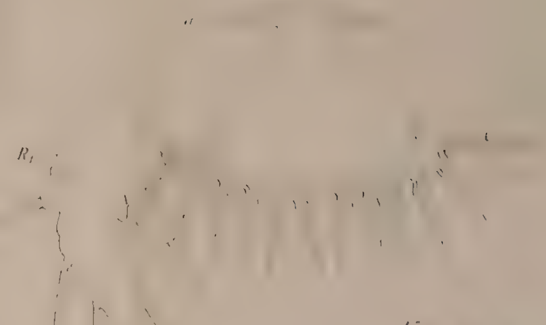


8

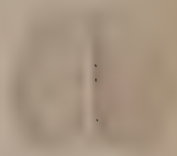


9

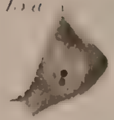
12



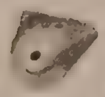
11



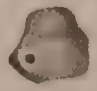
13 a



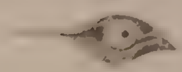
13 b



13 c



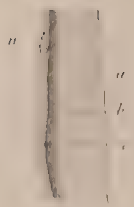
13 d



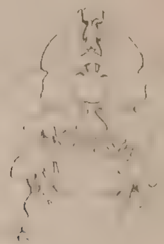
15

14

18

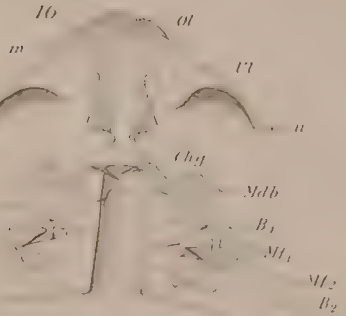


4



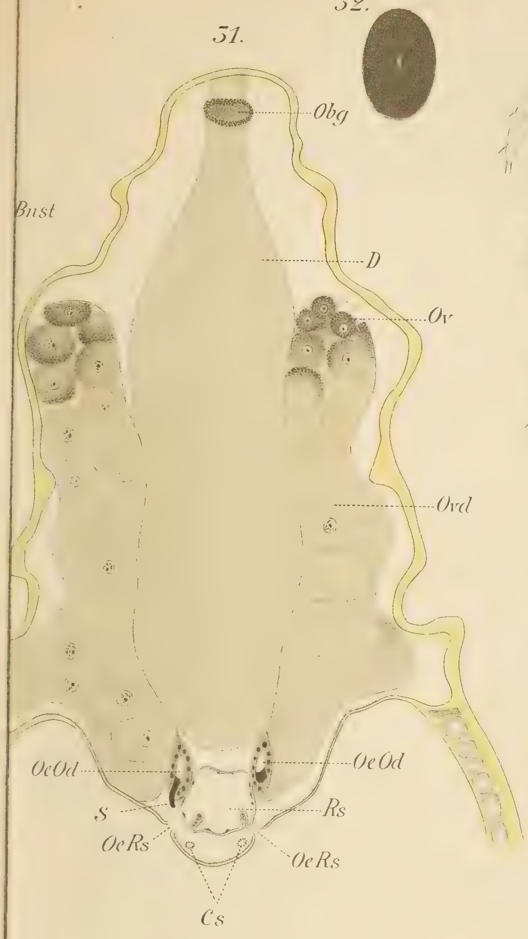
17

16


Ol
m
n
Chg
Mdb
B1
Mt1
Mt2
B2

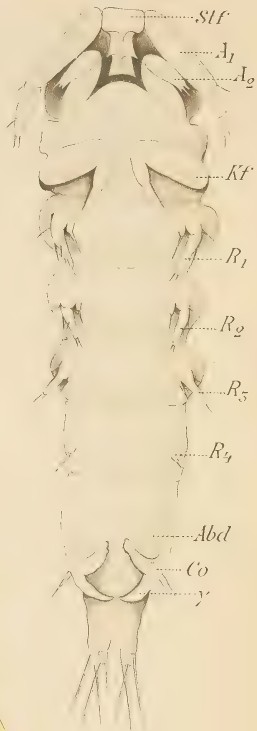
Verlag v. Wilh. Engelmann Leipzig.

31.

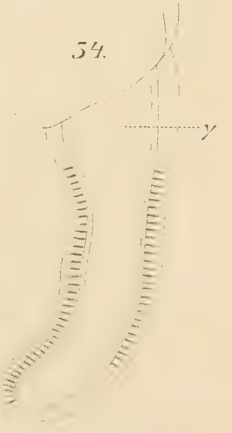

Bnst
Obg
D
Ov
Ovd
OeOd
OeOd
S
Rs
OeRs
OeRs
Cs

32.

33.

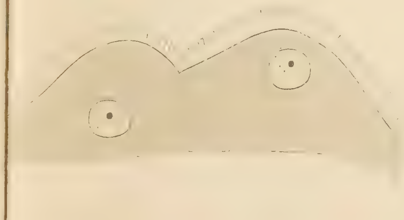

Stf
A1
A2
Kf
R1
R2
R3
R4
Abd
Co
y

34.

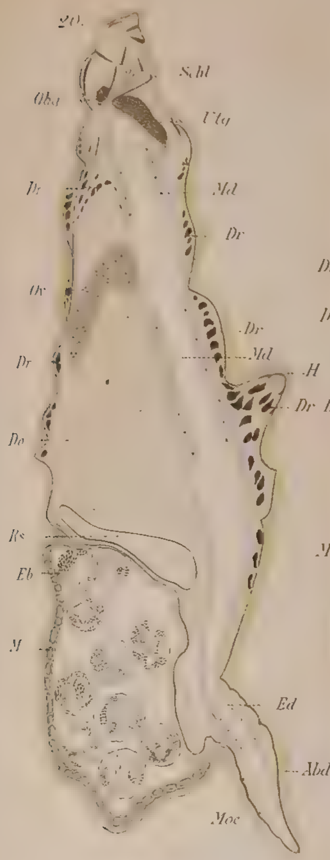


ʋd

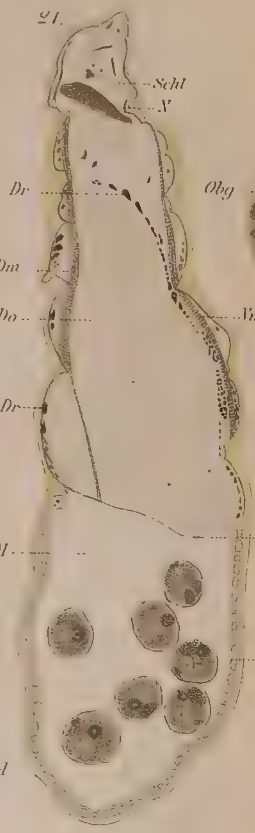
23.



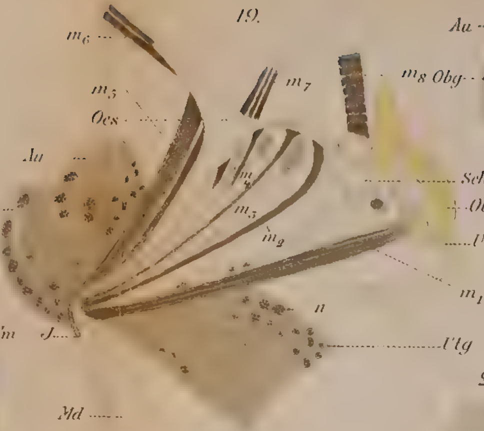
20.


Schl
Obg
Utg
Dr
Md
Dr
Ov
Dr
Md
H
Dr
Dr
Do
Rs
Eb
M
Ed
Abd
Moc

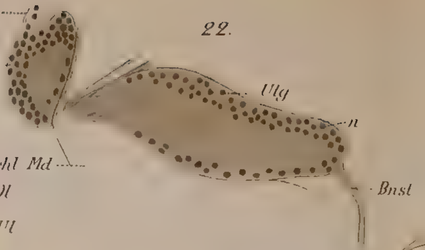
21.


Schl
N
Obg
Dr
Dm
Do
Vm
Dr
M
La
La

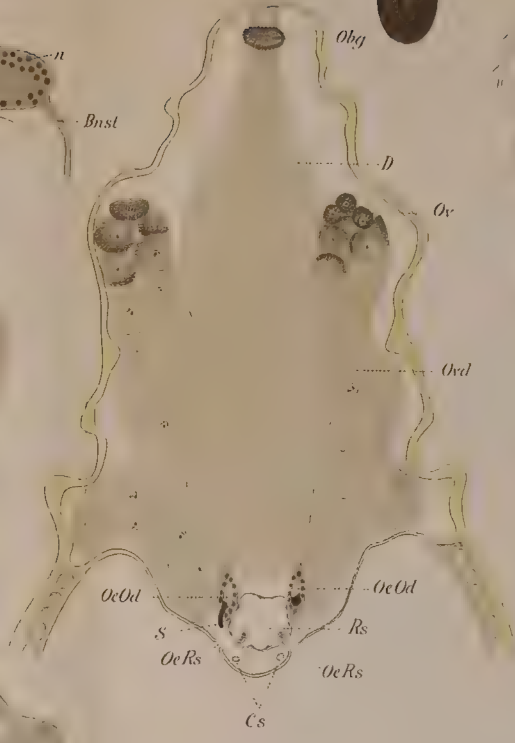
19.


m6
m5
Oes
Au
m7
m8 Obg
m4
m3
m2
Schl
Ol
Ul
m1
n
J
Utg
Md

22.

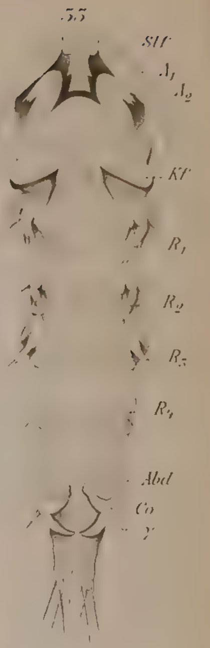

Au
Utg
n
Md
Bnst

31.

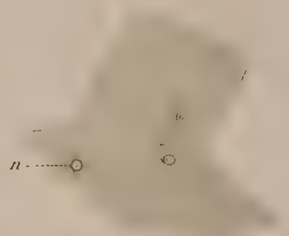

Obg
D
Ov
Ovd
OeOd
OeOd
S
Rs
OeRs
OeRs
Cs

32.

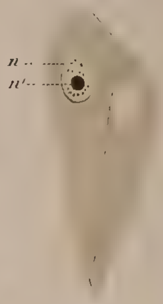
33.


Stf
A1
A2
Kf
R1
R2
R3
R4
Abd
Co
Y

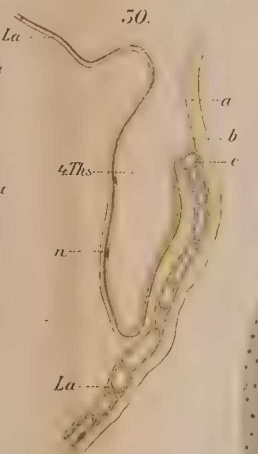
24.



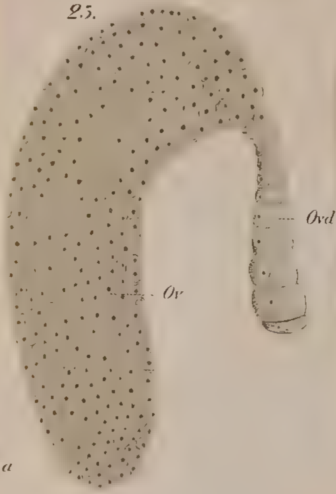
27.



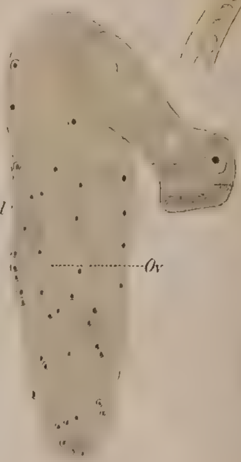
30.


La
La
a
b
c
4Ths
La
n
La

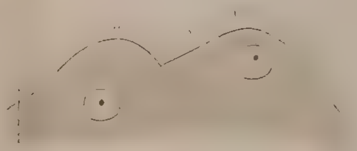
25.



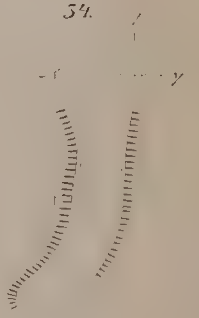
26.



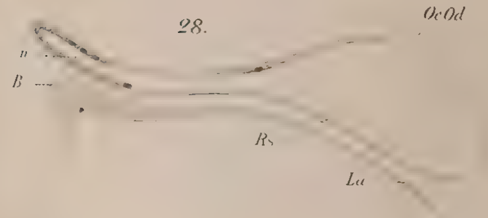
23.



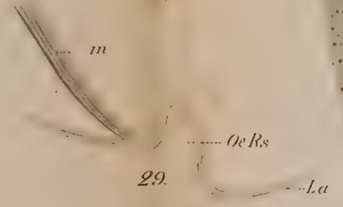
34.



28.


OeOd
n
B
Rs
La

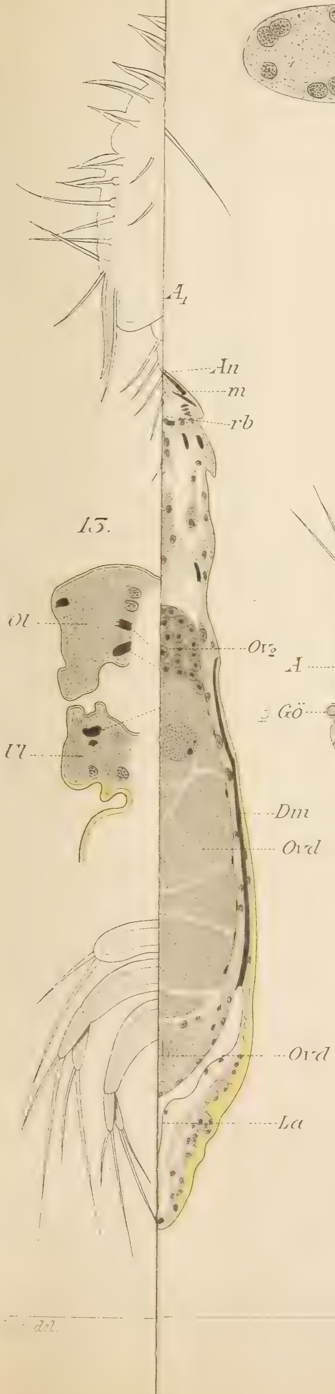
29.



Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

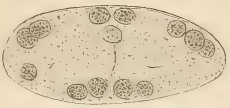
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt M.

3

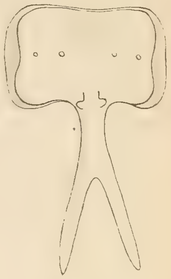

A1
An
m
rb
Ol
Ov2
Ul
Dm
Ovd
Ovd
La

13.

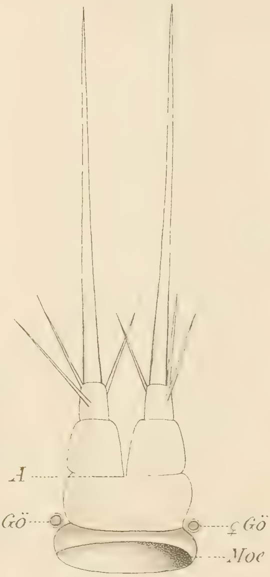
16.



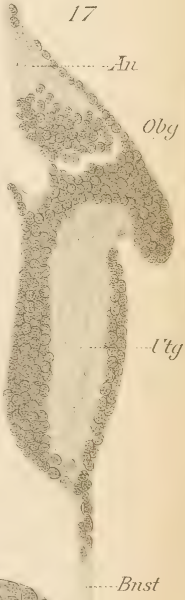
4.



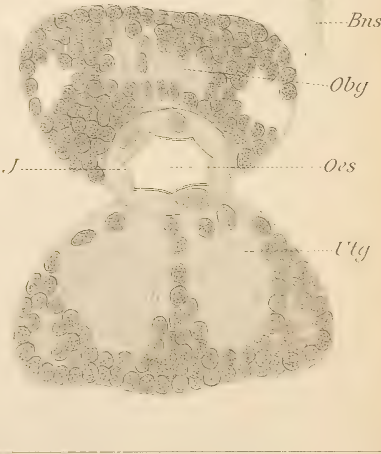
10.



17

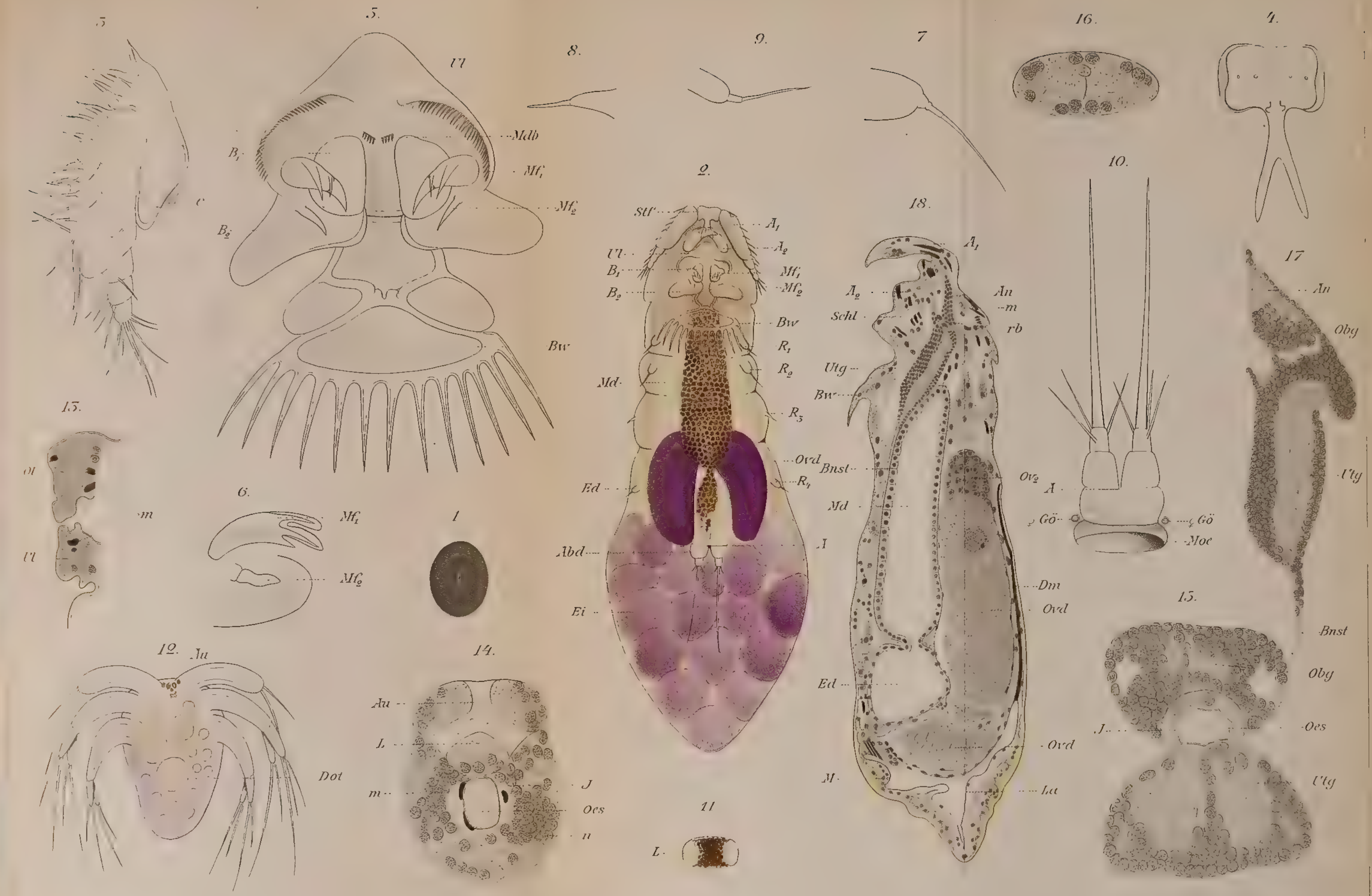

An
Obg
Utg
Bnst

15.


Obg
J
Oes
Utg

del.

ith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

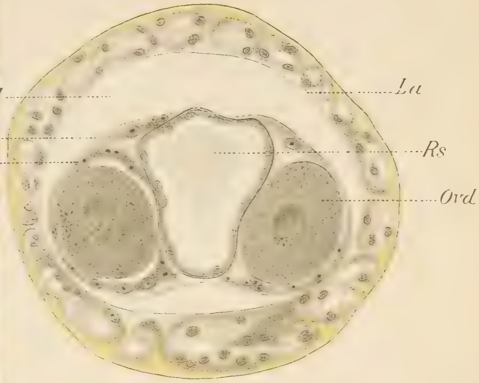

3.
c
5.
17
B₁
B₂
Mdb
Mf₁
Mf₂
Bw
8.
9.
7
16.
4.
2.
Stf
A₁
A₂
Ul
B₁
B₂
Mf₁
Mf₂
Bw
R₁
R₂
Md
R₃
Ovd
R₄
Ed
Abd
A
Ei
18.
A₁
A₂
An
m
Schl
rb
Utg
Bw
Bnst
Ov₂
Md
Dm
Ovd
Ed
Ovd
M
La
10.
A
Gö
Gö
Moc
17
An
Obg
Utg
Bnst
13.
Ol
m
Ul
6.
Mf₁
Mf₂
1
15.
Obg
J
Oes
Utg
12.
Au
Dot
14.
Au
L
m
J
Oes
n
11
L

[illegible]

[illegible]

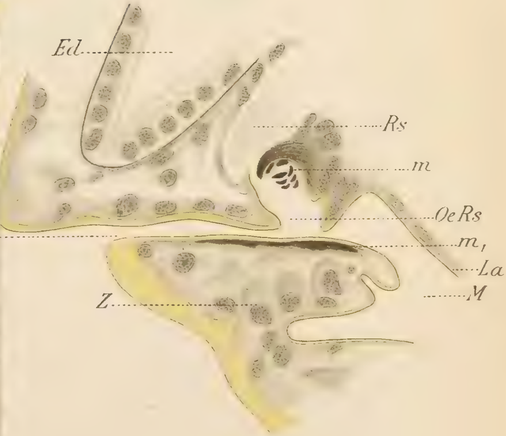
19.

21.



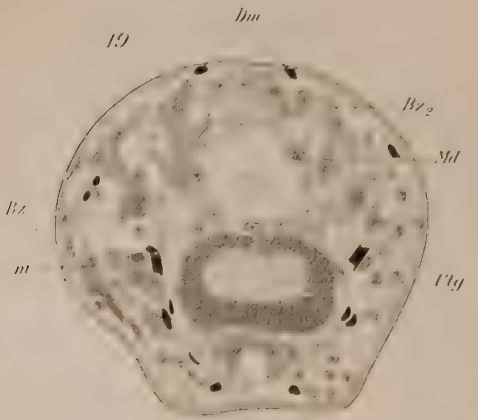
7.

25.

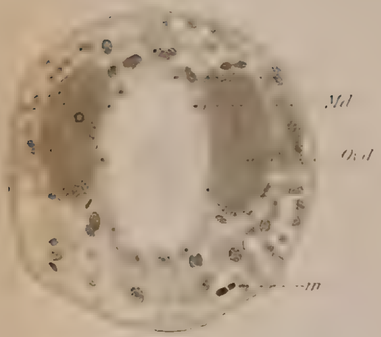

Ed
Rs
m
Oe Rs
m,
La
M
Z

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

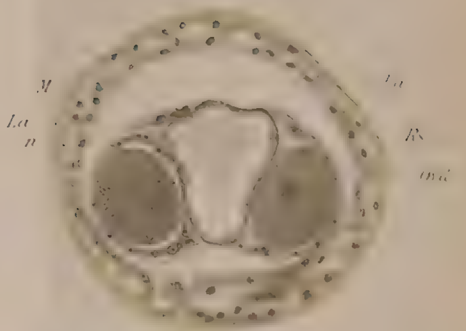
19.


Dm
Bz_2
Md
Bz
m
Ctg

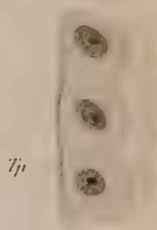
20.



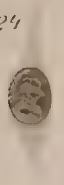
21.


M
La
n
La
Rs
Ovd

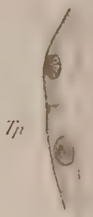
26.



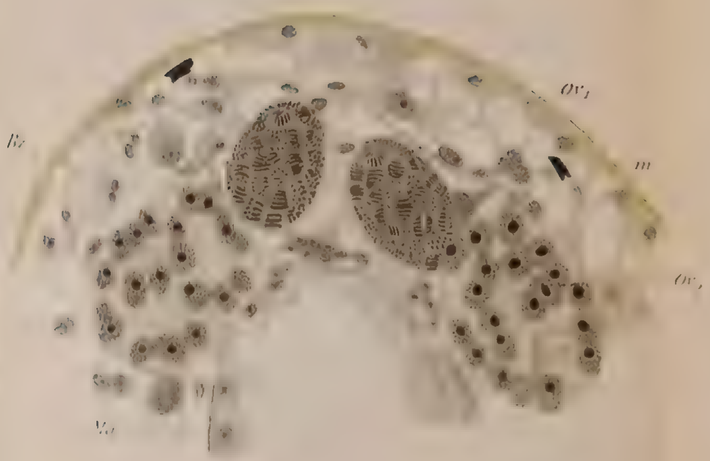
24.



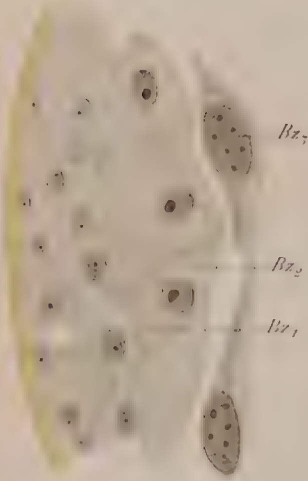
27.



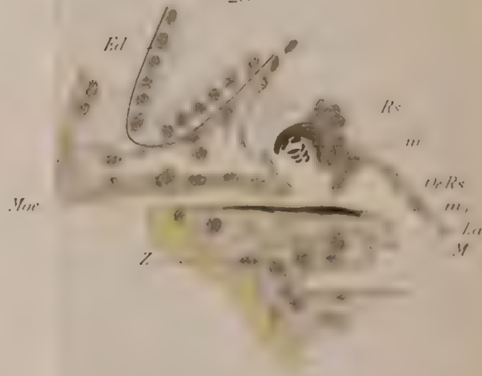
22.


Bz
Ov_1
m
Ov_1
W
Va

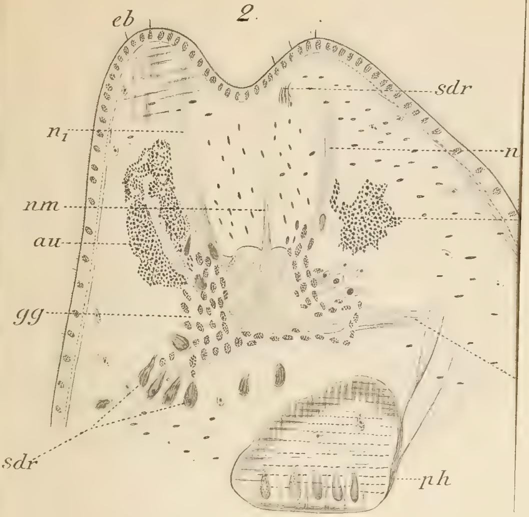
23.



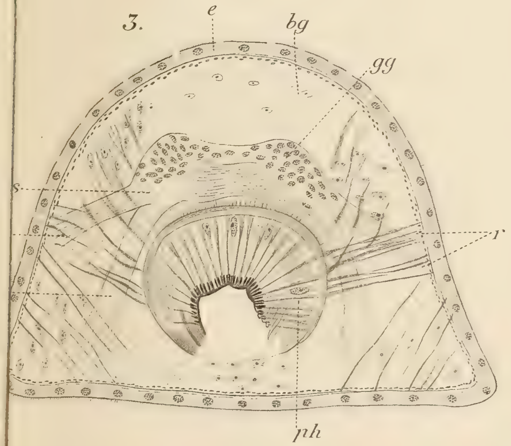
25.


Ed
Rs
m
OcRs
m_1
La
M
Msc
Z

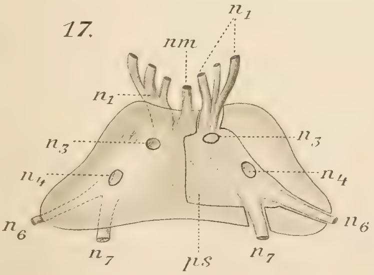
2.


eb
sdr
n_1
n
nm
au
gg
sdr
ph

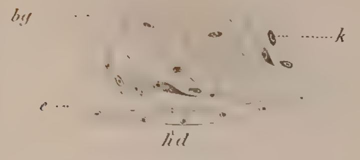
3.


e
bg
gg
s
r
ph

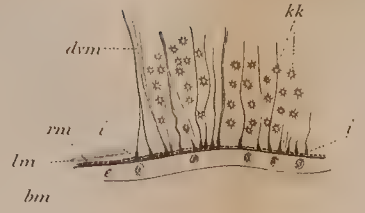
17.


n_1
nm
n_1
n_3
n_3
n_4
n_4
n_6
n_6
n_7
ps
n_7

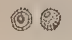
10.



11.


kk
dvm
rm
i
i
lm
e
bm

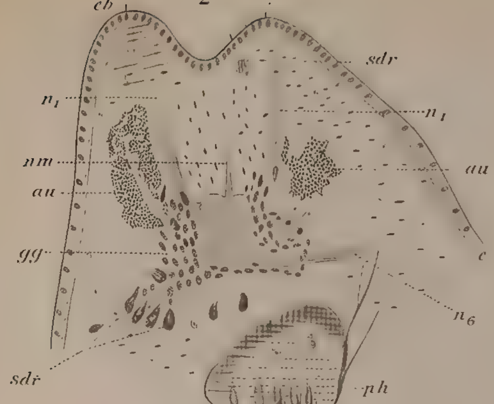
12.



1.

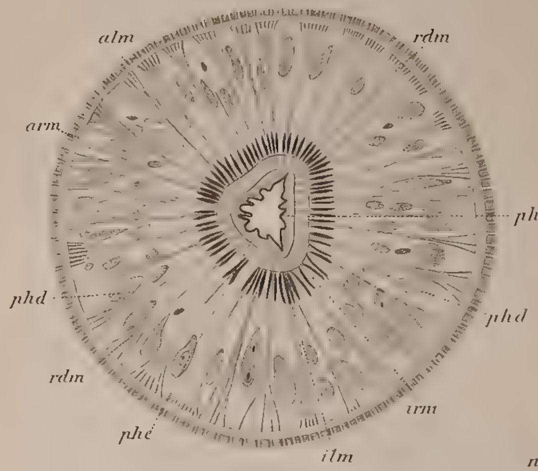
13.

2

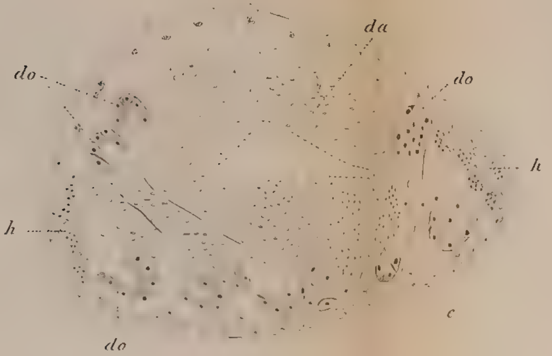

cb
sdr
n_1
n_1
nm
au
au
gg
c
n_6
sdr
ph

14.

6.

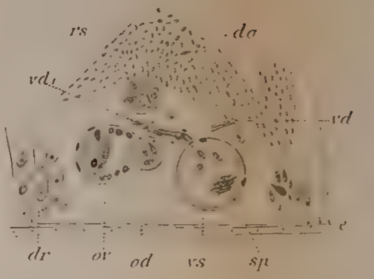

alm
rdm
arm
phe
phd
phd
rdm
irm
phe
ilm

4.

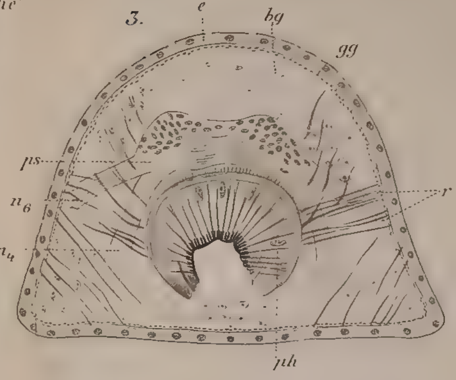

da
do
do
h
h
c
do

9.

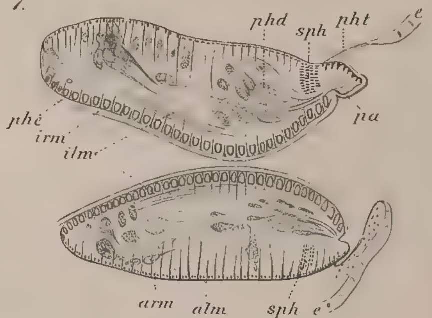
15.


rs
do
vd_1
vd
e
dr
ov
od
vs
sp

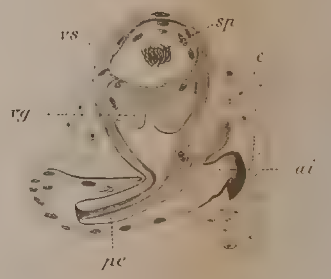
3.


e
bg
gg
ps
r
n_6
n_4
ph

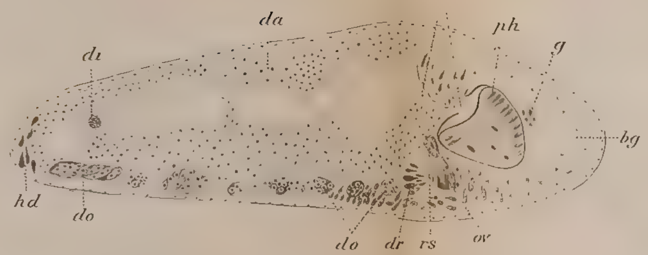
7.


phd
sph
pht
e
phe
irm
ilm
pa
arm
alm
sph
e

16.

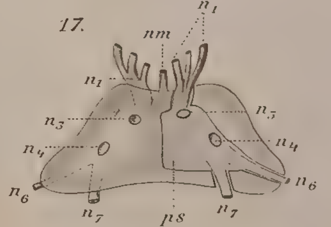

vs
sp
c
vg
ai
pe

5.


da_1
da
ph
di
g
bg
hd
do
do
dr
rs
ov

8.

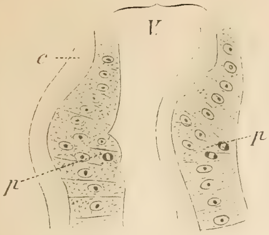
17.

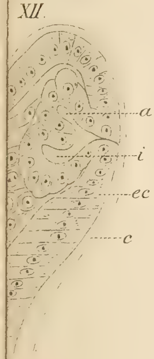

nm
n_1
n_1
n_3
n_5
n_4
n_4
n_6
n_6
n_7
ps
n_7

Graff del.

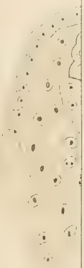
Verl. v Wilh. Engelmann, Leipzig

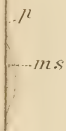
11.





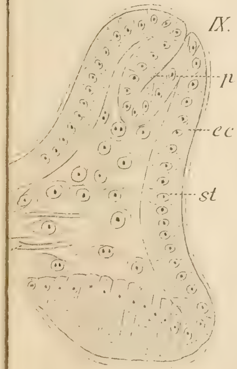
18.

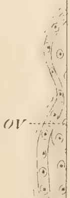




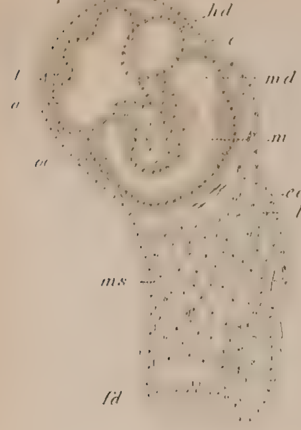
25.

29.

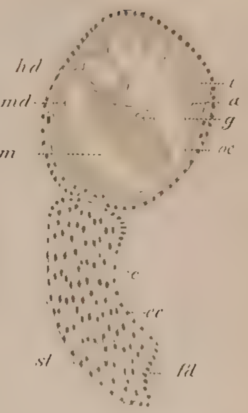




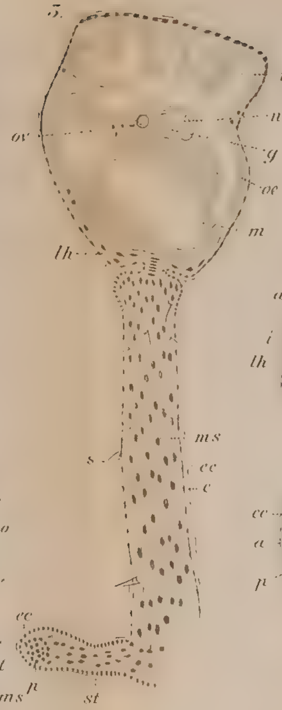
1.


hd
t
md
m
cc
lh
t
a
a
ms
fd

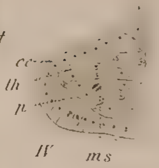
2


hd
md
m
t
a
g
oc
c
cc
st
fd

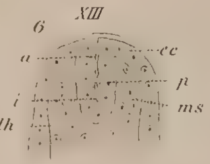
3.


ov
t
n
g
oc
m
lh
s
ms
cc
c
cc
p
ms
st

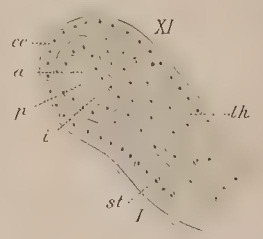
4.



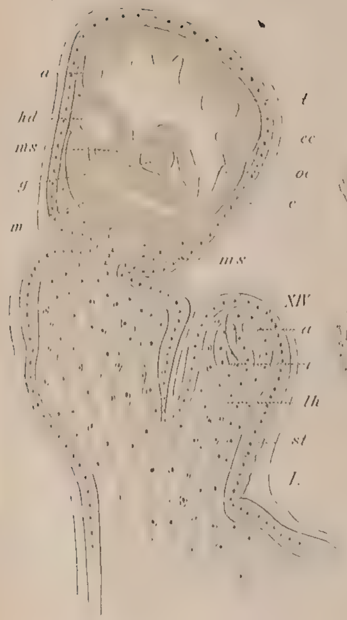
6


XIII
a
cc
p
ms
i
lh

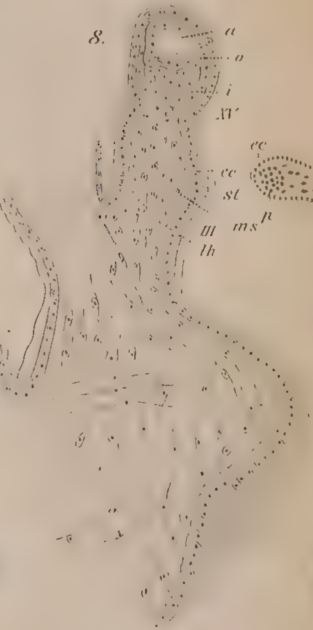
5.


XI
cc
a
p
i
lh
st
I

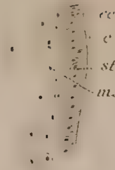
7


a
hd
ms
g
m
t
cc
oc
c
ms
XIV
a
t
lh
st
I.

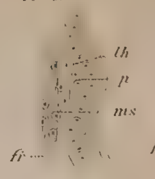
8.


a
o
i
XV
cc
st
III
lh
ms

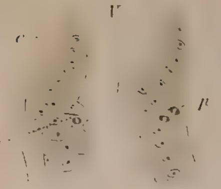
9.



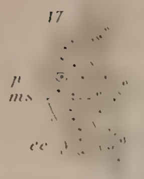
10



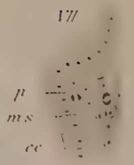
11



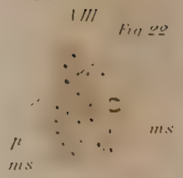
12



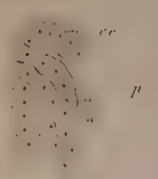
13.



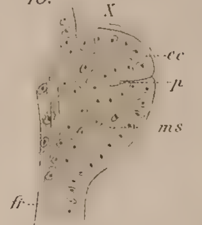
14


VIII
Fig 22
p
ms
ms

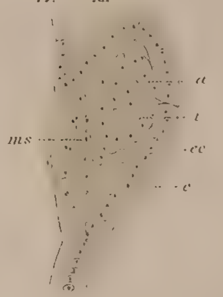
15



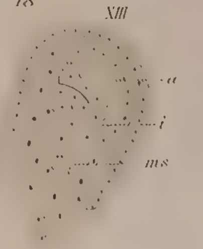
16.



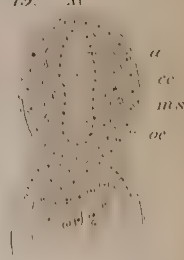
17.


XII
a
t
cc
c
ms

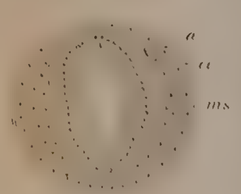
18.



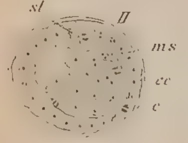
19.



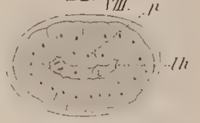
32



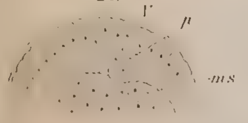
20.



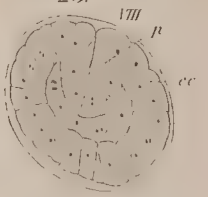
22.



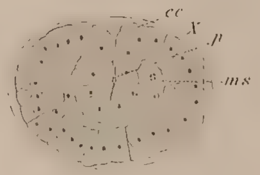
21.



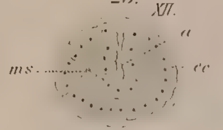
23.



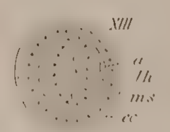
24.



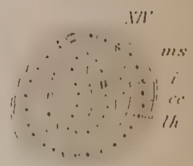
25.



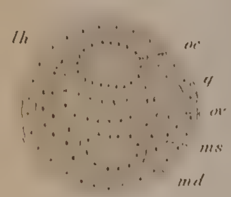
26


XIII
a
lh
ms
cc

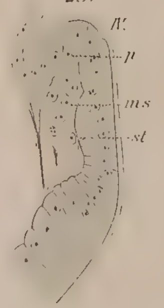
27.


XIV
ms
i
cc
lh

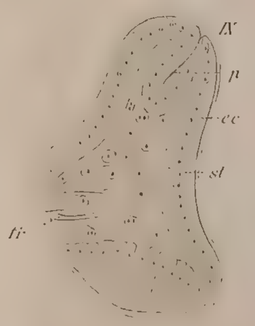
33.


lh
oc
g
ov
ms
md

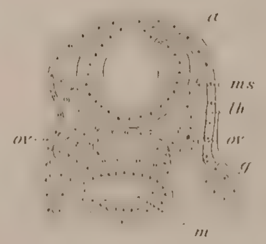
28.



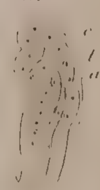
29.



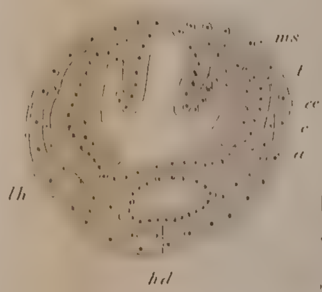
30


a
ms
lh
ov
g
ov
m

31



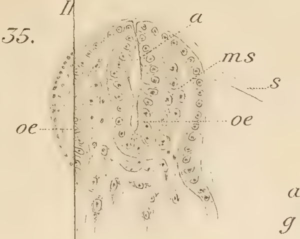
34.


ms
t
cc
c
a
lh
hd

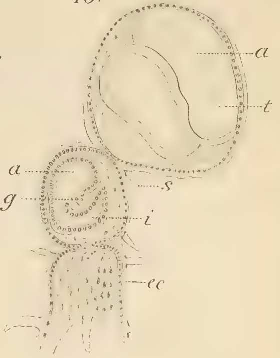
Zeitschrift f. wiss.

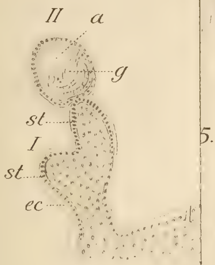
Taf. X.

35.

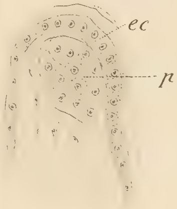

II
a
ms
s
oe
oe

40.

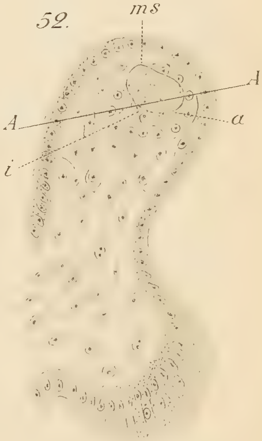



II
a
g
st
I
st
ec

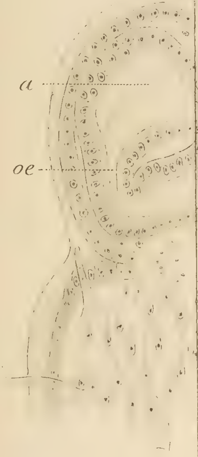
5.



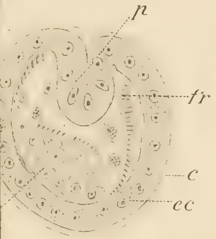
52.



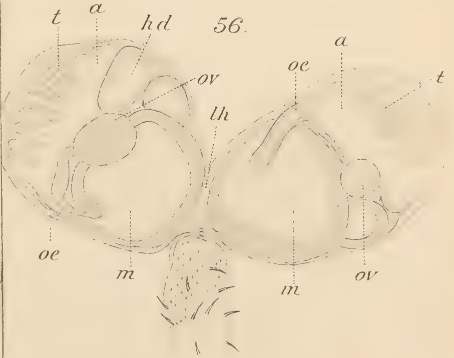
41.



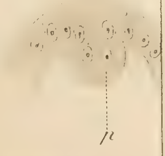
47.



56.

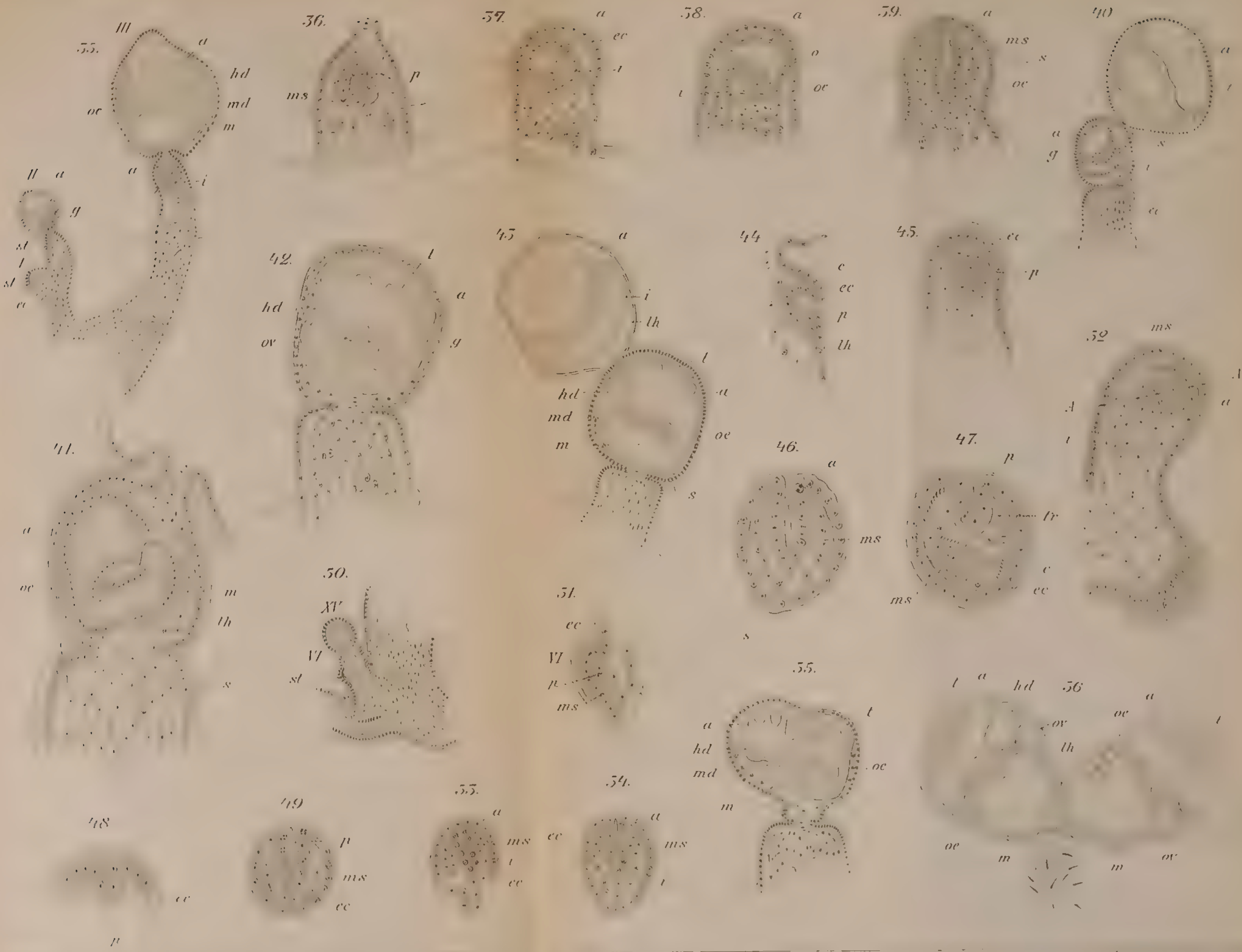

t
a
hd
ov
lh
oe
a
t
oe
m
m
ov

48.



Seeliger gez.

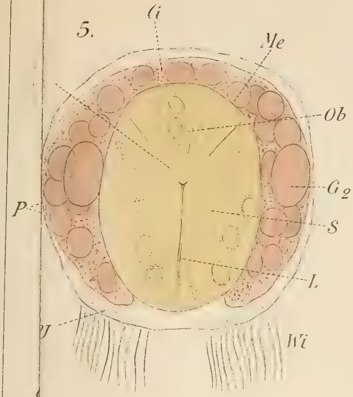
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.


35.
III
a
hd
md
m
oc
a
i
II
a
g
st
t
st
ec
36.
p
ms
37.
a
ec
i
38.
a
o
oc
t
39.
a
ms
s
oc
40.
a
t
a
g
s
t
ec
41.
a
oc
m
lh
s
42.
t
a
hd
ov
g
43.
a
i
lh
t
a
hd
md
m
oc
s
44.
c
ec
p
lh
45.
ec
p
46.
a
ms
47.
p
fr
c
ec
ms
52.
ms
A
A
a
t
48.
ec
p
49.
p
ms
ec
50.
XV
VI
st
51.
ec
VI
p
ms
53.
a
ms
t
ec
54.
ec
a
ms
t
55.
t
a
hd
md
m
oc
56.
t
a
hd
ov
lh
a
oc
t
oc
m
m
ov

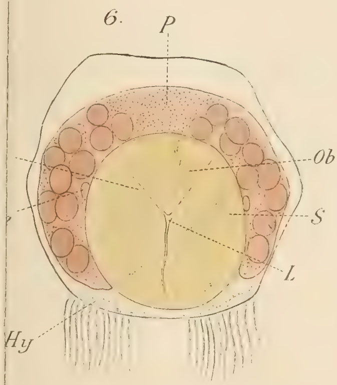
Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Z

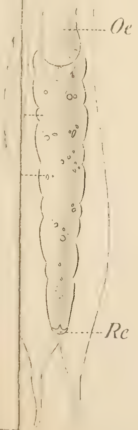
5.


G
Me
Ob
G2
P
S
L
Wi

6.

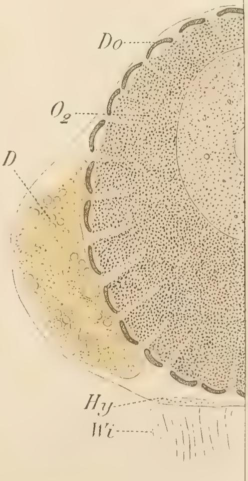


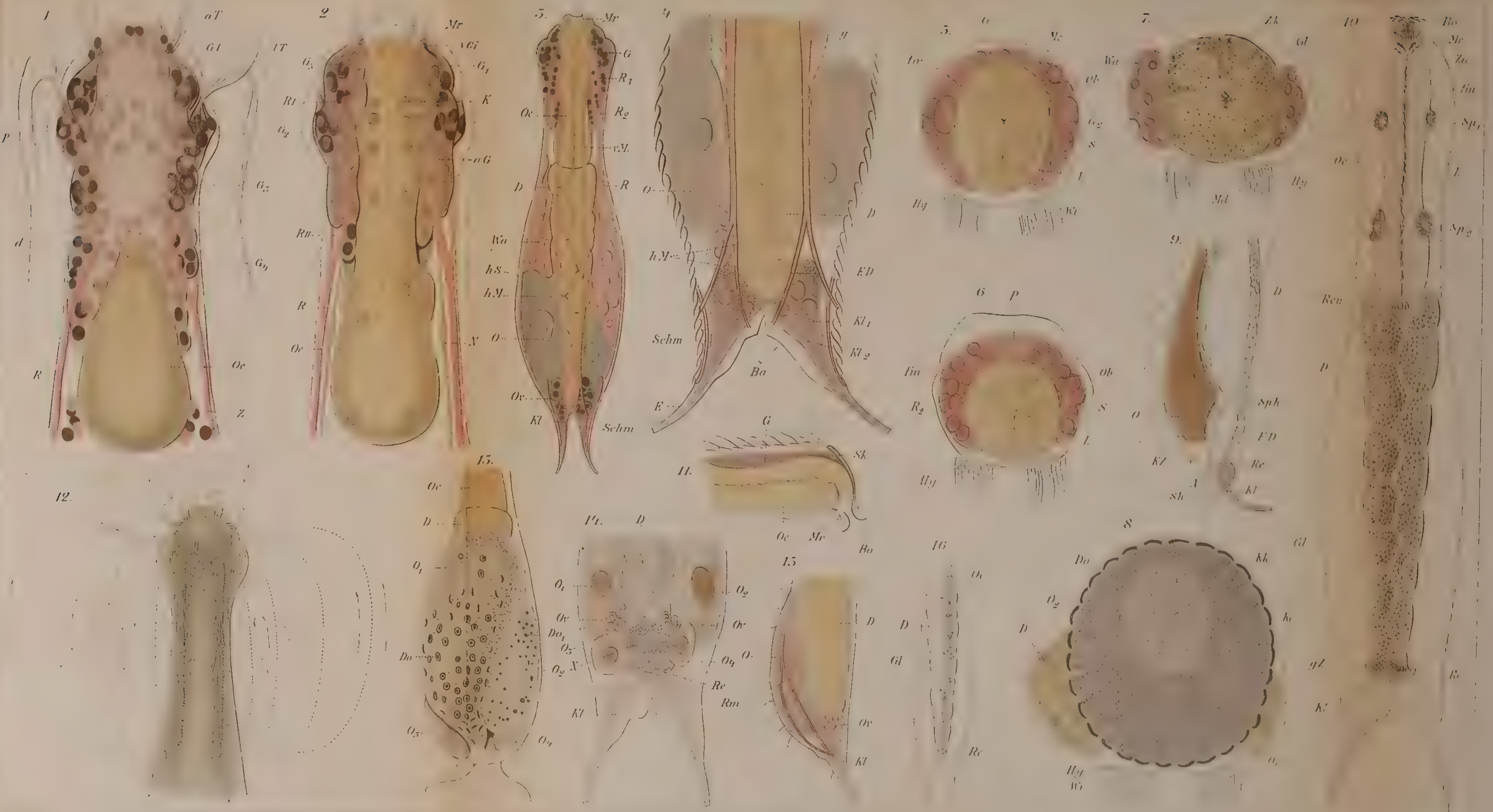
16.



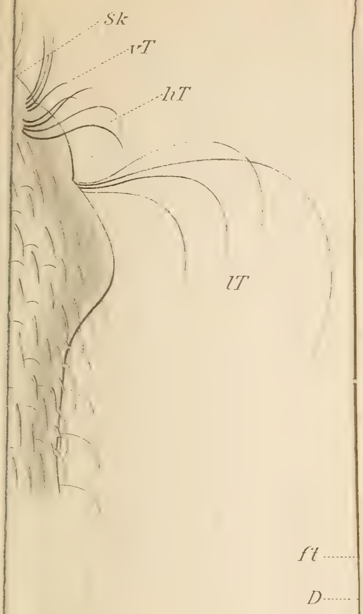
7.

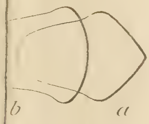
8.



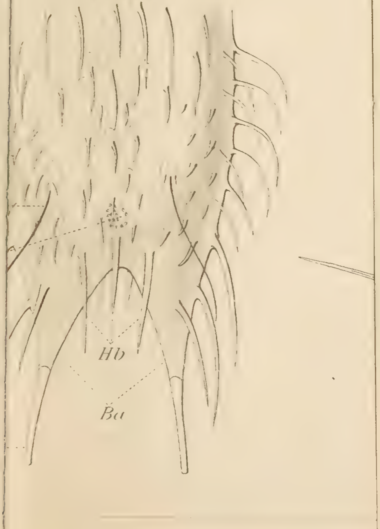

1
aT
Gl
lT
P
G₃
d
G₄
R
Oe
Z
2
Mr
Gi
G₂
G₁
Rl
K
G₂
aG
Rn
R
Oe
N
3.
Mr
G
R₁
Oe
R₂
vM
D
R
Wa
hS
hM
O
Ov
Kl
Schm
4
g
O
D
hM
ED
Schm
Kl₁
Kl₂
Ba
E
5.
G
Mr
tw
Ob
G₂
S
L
Hy
Wi
6
P
Fin
Ob
R₂
S
L
Hy
7.
Zk
Gl
Wa
Md
Hy
8
Do
Kk
O₂
K
D
gZ
Hy
Wi
O₁
9.
D
O
Sph
FD
Kl
Re
Sh
Kl
10
Bo
Mr
Za
Fin
Sp₁
Oe
L
Sp₂
Ren
P
Gl
Re
Kl
11.
G
Sk
Oe
Mr
12.
13.
Oe
D
O₁
Do
O₃
O₄
14.
D
O₁
O₂
Ov
Do₁
O₃
O₂
N
Ov
O₄
O
Re
Rm
Kl
15.
Bo
D
Ov
Kl
16
O₁
D
Gl
Re

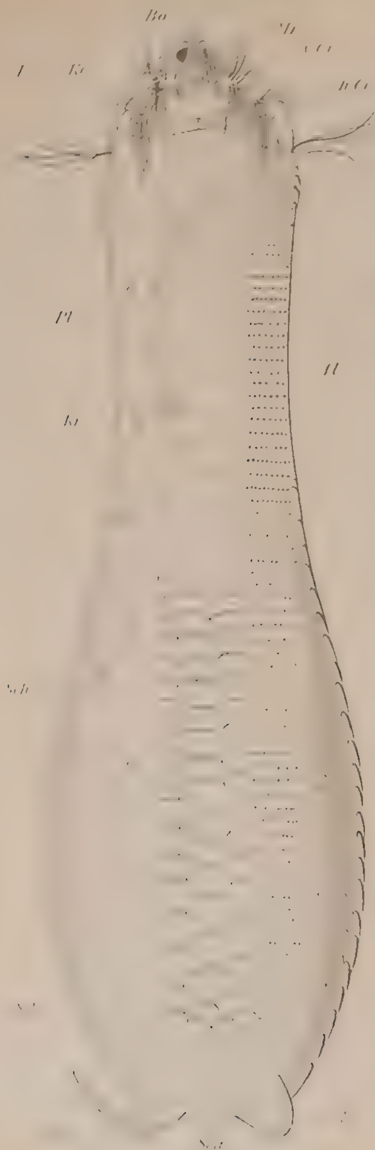
Wh. Engelmann, Leipzig

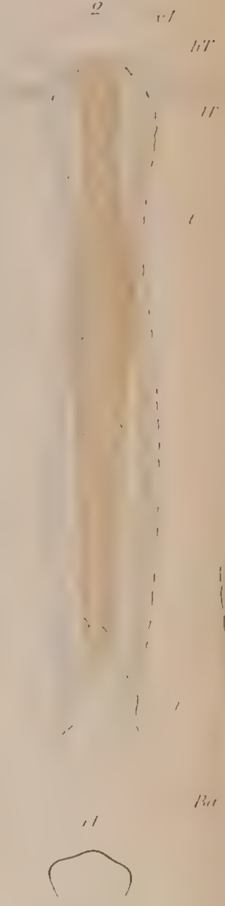

Sk
vT
hT
lT
ft
D

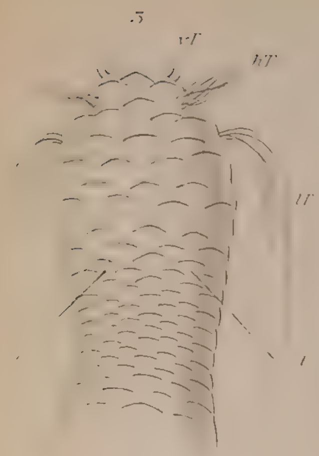


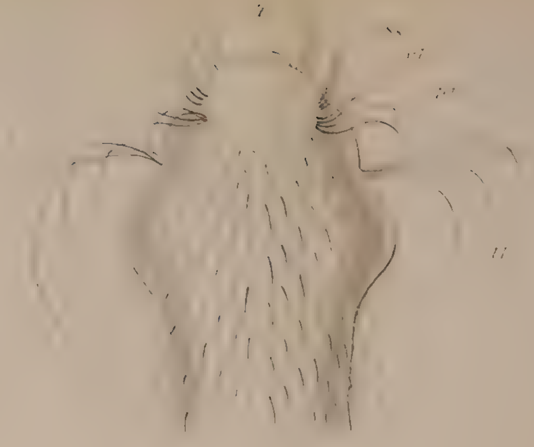
10.

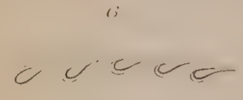


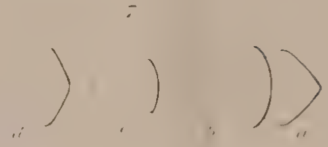

1
Ko
Bo
Sh
vG
hG
Pl
H
Ki
Sch

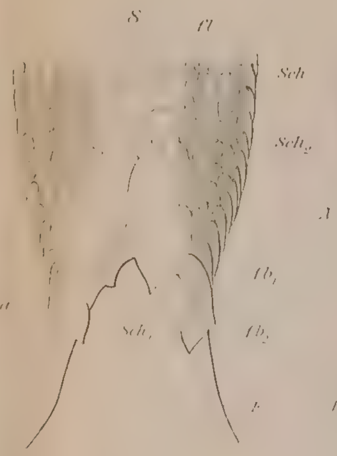

2
vT
hT
lT
Ba

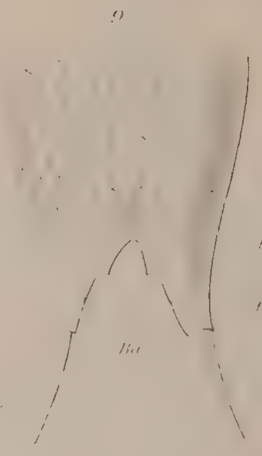

3
vT
hT
lT

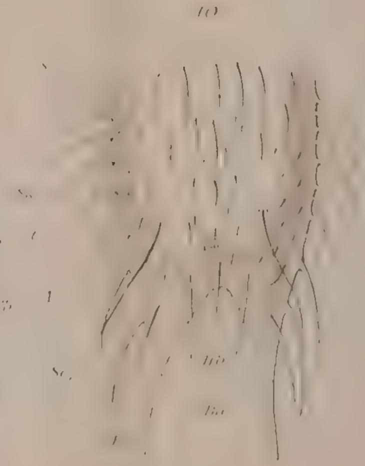

4
vT

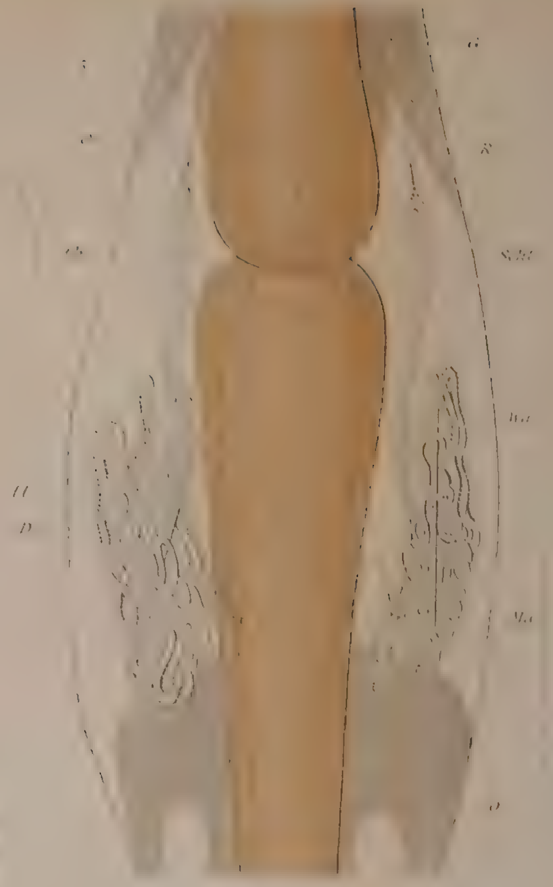

6

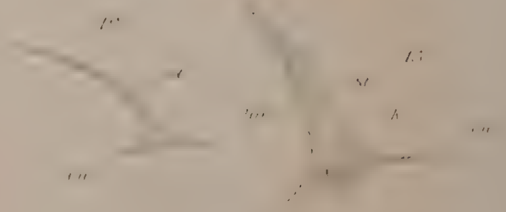

7
d
c
b
a

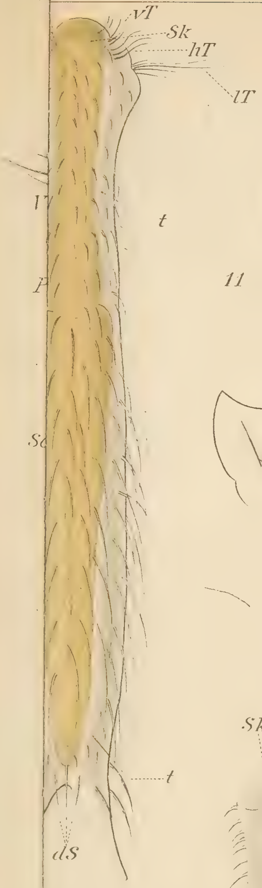

8
Pl
Sch
Sch2
A
Ab1
Sch1
Ab2
F

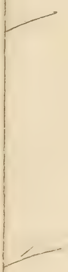

9
Ba
F


10
Ba

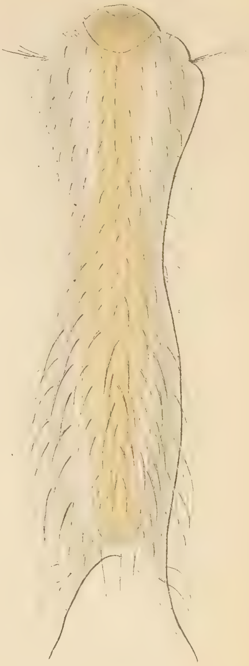

H
D
Ma
o

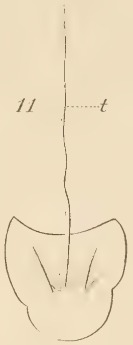



vT
Sk
hT
lT
l
t
P
S
t
dS

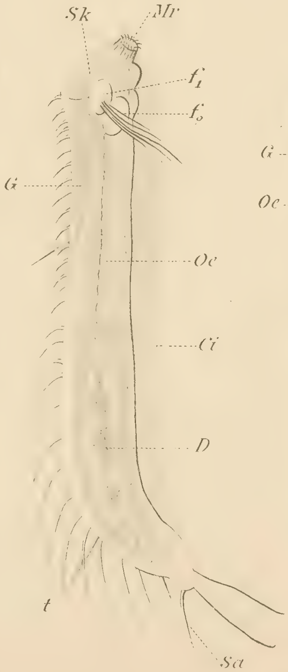


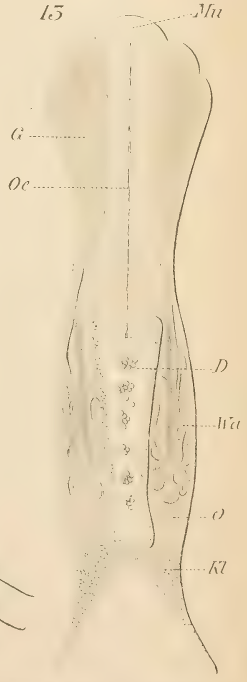
6.



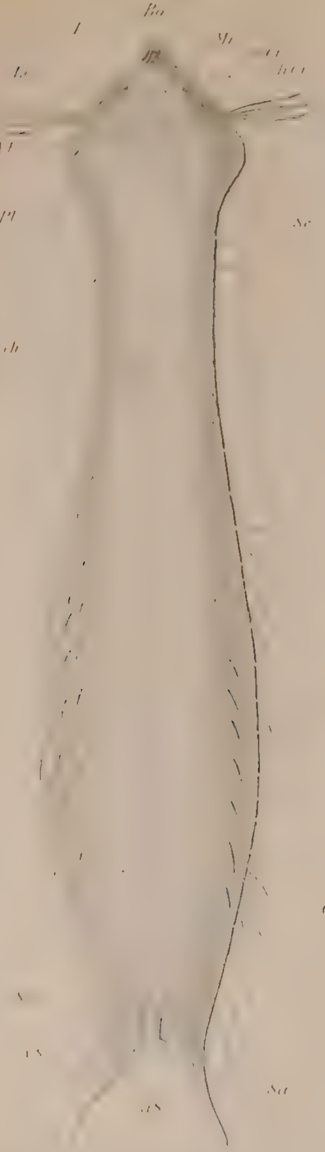


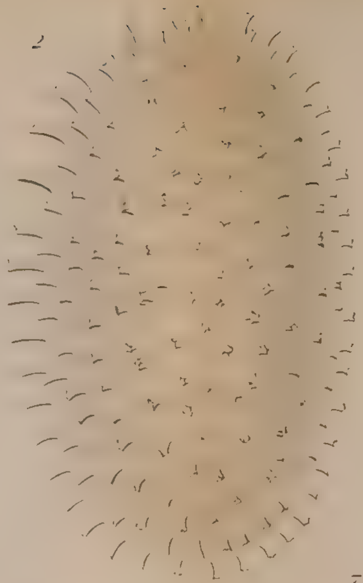
12.

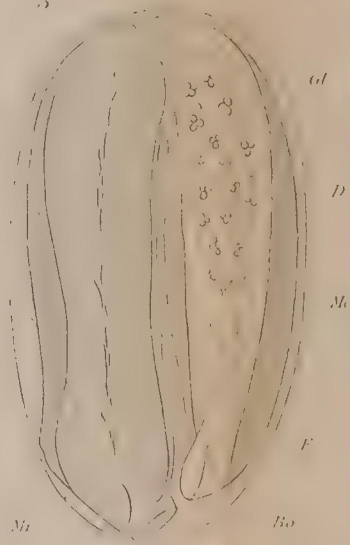

Sk
Mr
f1
f2
G
Oe
Ci
D
t
Sa

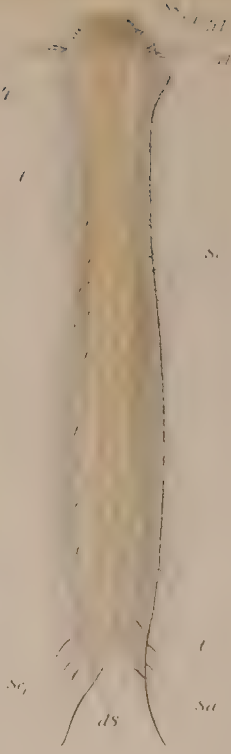

13
Mu
G
Oe
D
Wa
O
Kl

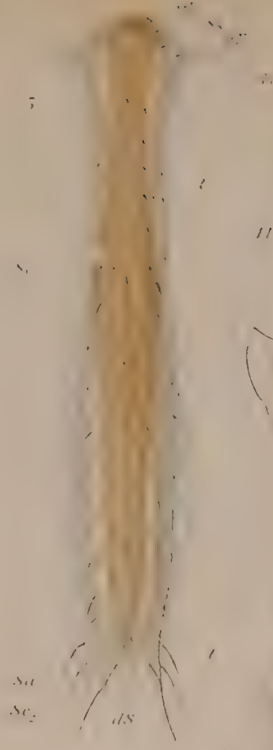
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

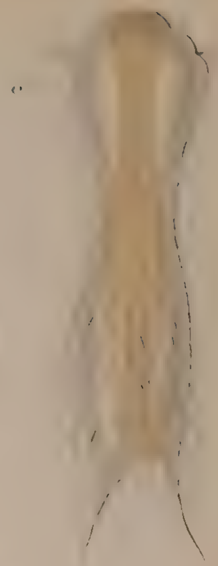
1

Bo
Mi
Lo
Ct
W
Pl
Sc
Sh
Ks
dS
Sa

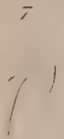
2


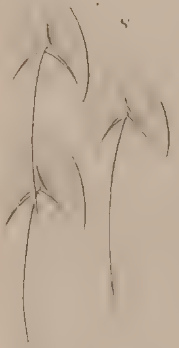
3

Gd
Oe
D
G
M
F
Mi
Bo

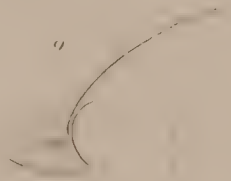
4


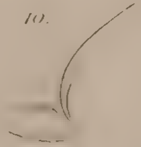
5


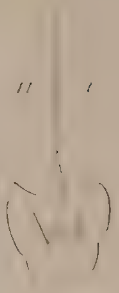
6


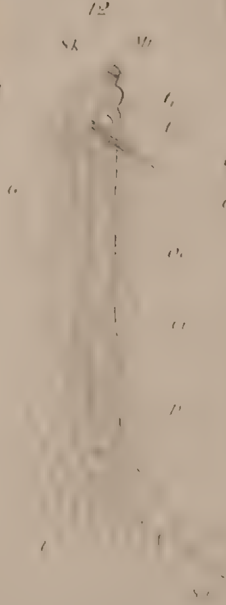
7


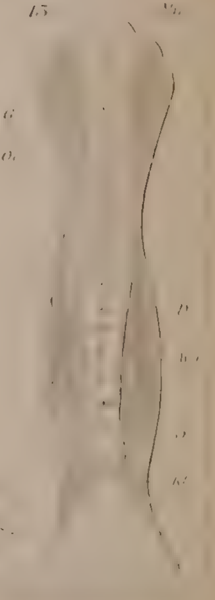
8


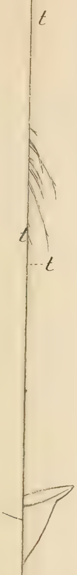
9


10


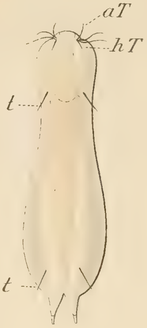
11


12


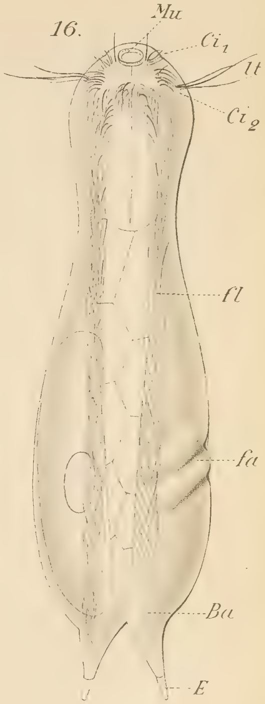
13




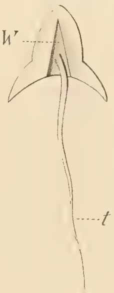
15.



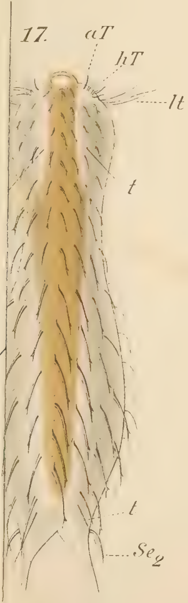
16.


Mu
Ci_1
lt
Ci_2
fl
fa
Ba
E

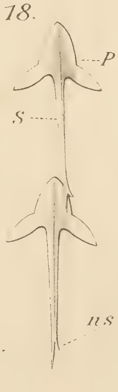
19.



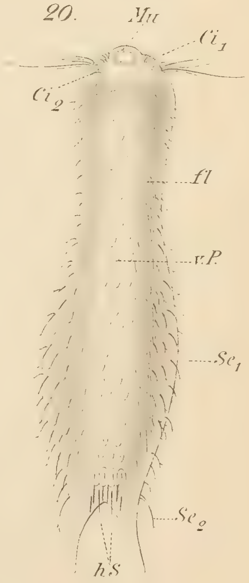
17.


aT
hT
lt
t
t
Se_2

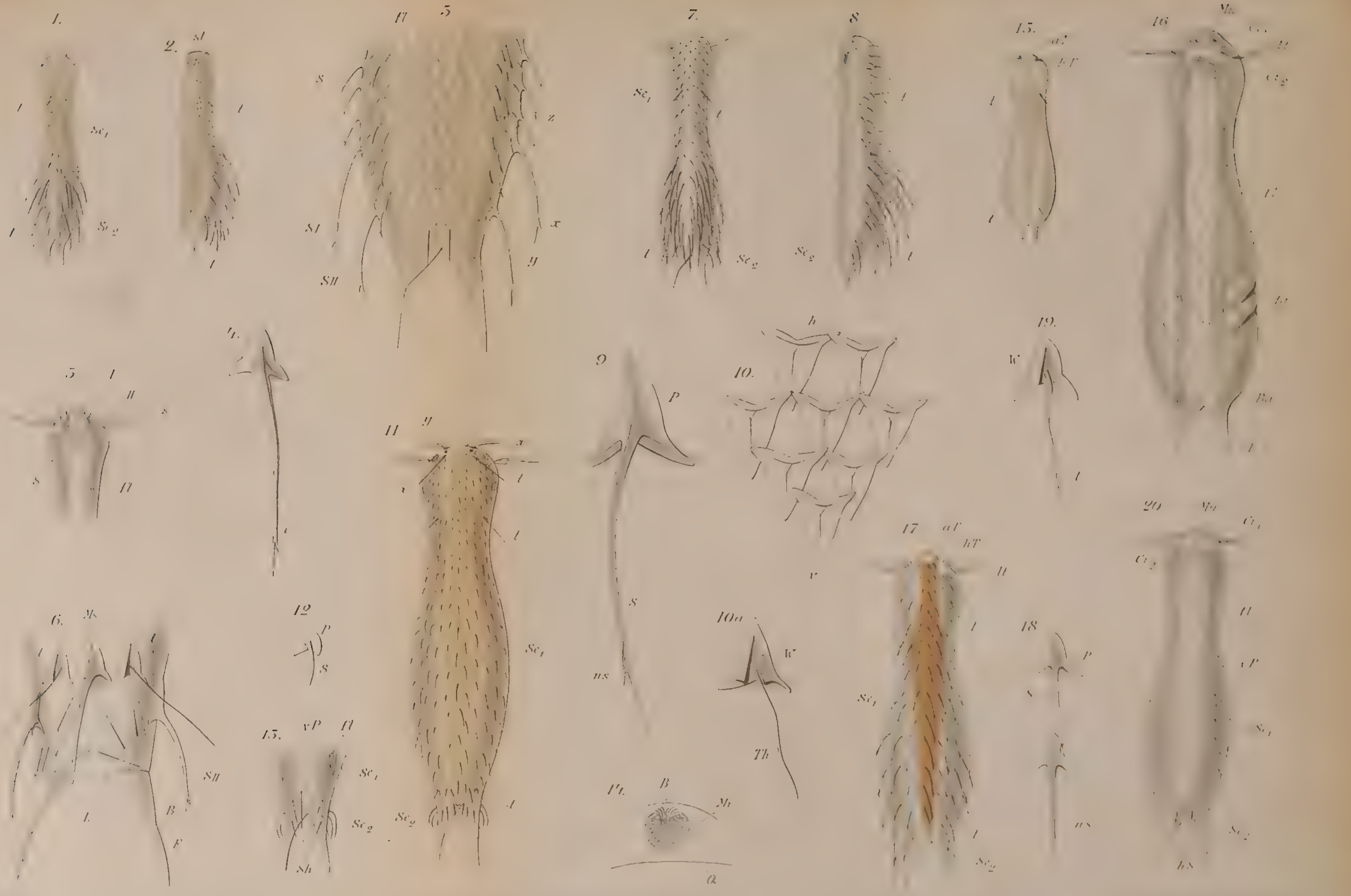
18.



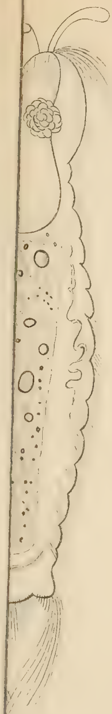
20.


Mu
Ci_1
Ci_2
fl
v.P.
Se_1
Se_2
hS

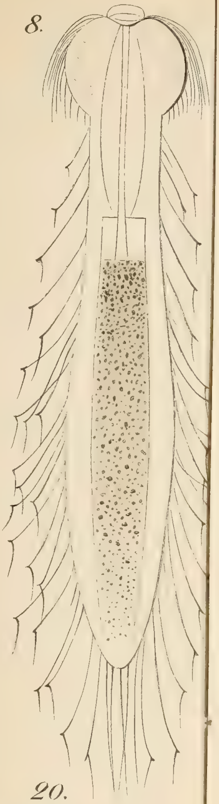
[illegible] Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt [illegible]


1.
Sc_1
Sc_2
t
2.
St
t
3
fl
S
SI
SII
z
x
y
4.
t
5.
I
II
S
6.
Mk
t
SII
B
F
7.
Sc_1
Sc_2
t
8.
Sc_2
t
9
P
S
ns
10.
h
10a
W
Th
11
y
x
t
Sc_1
Sc_2
A
12
P
S
13.
vP
fl
Sc_1
Sc_2
Sh
14.
B
Mk
a
15.
aT
kT
t
16
Mk
Cr_1
Cr_2
B
Ba
17
aT
kT
H
Sc_1
Sc_2
t
18
P
ns
19.
W
t
20
Mk
Cr_1
Cr_2
H
vP
Sc_1
Sc_2
hS

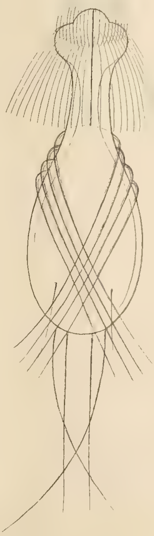
gelmann Leipzig

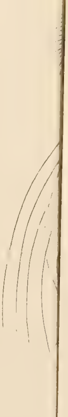


8.

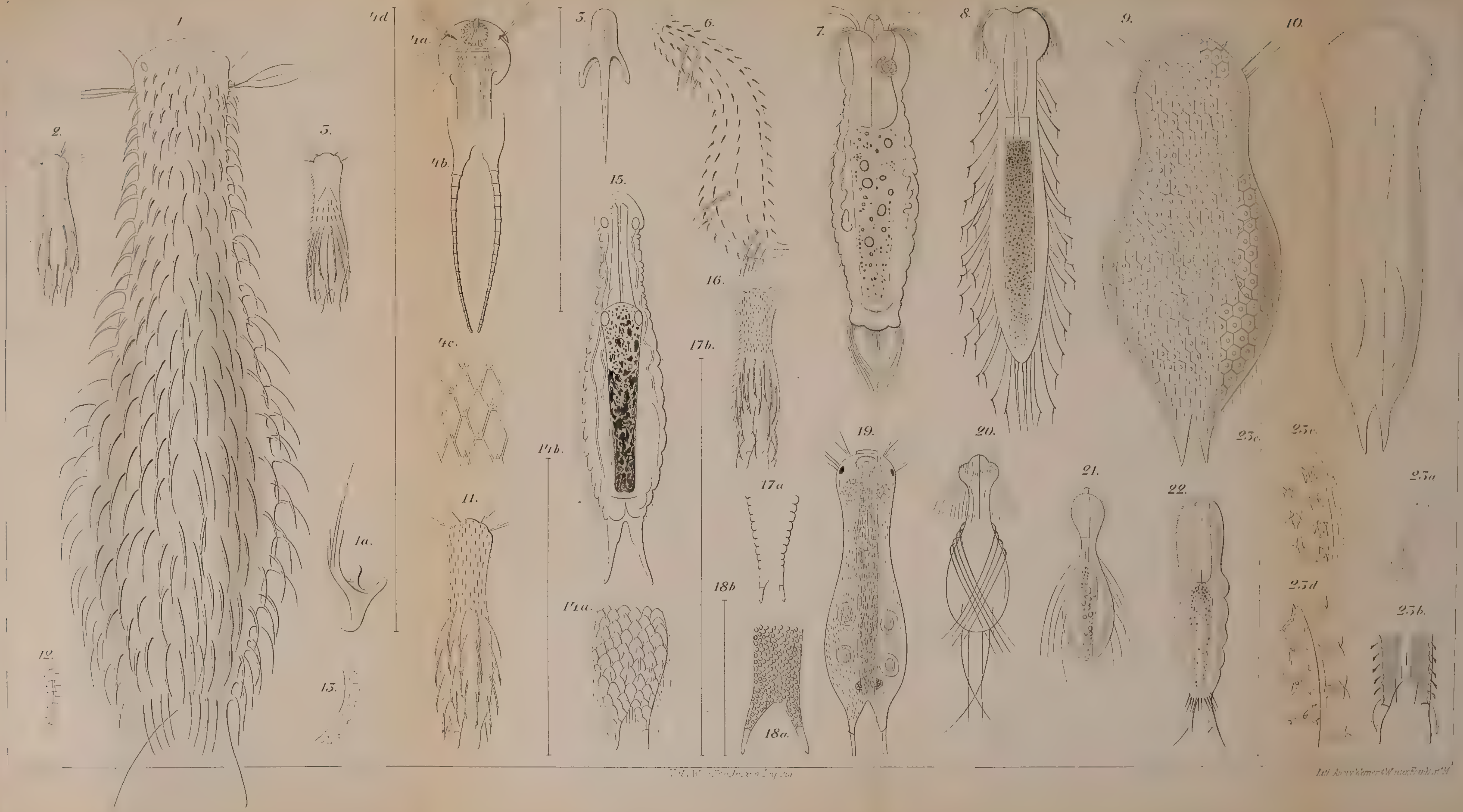


20.





in.


1.
1a.
2.
3.
4a.
4b.
4c.
4d
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14a.
14b.
15.
16.
17a
17b.
18a.
18b
19.
20.
21.
22.
23a
23b.
23c.
23d
23e.

Verl. v. Wilh. Engelmann in Leipzig.
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Taf. XVI.

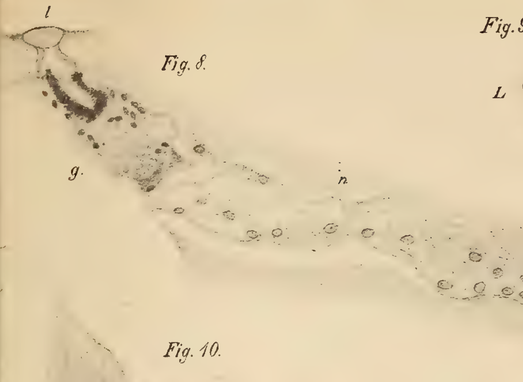


Fig. 8.

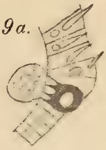


Fig. 9 a.

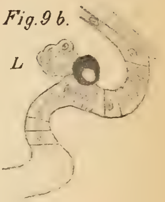


Fig. 9 b.

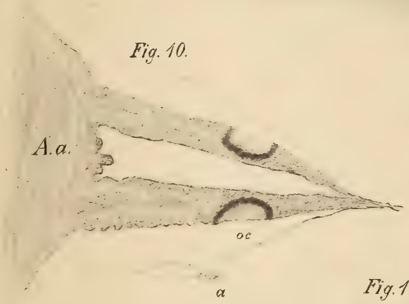
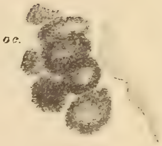
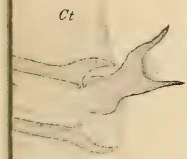


Fig. 10.




ig. 11.

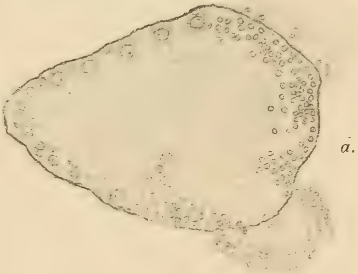


Fig. 12.

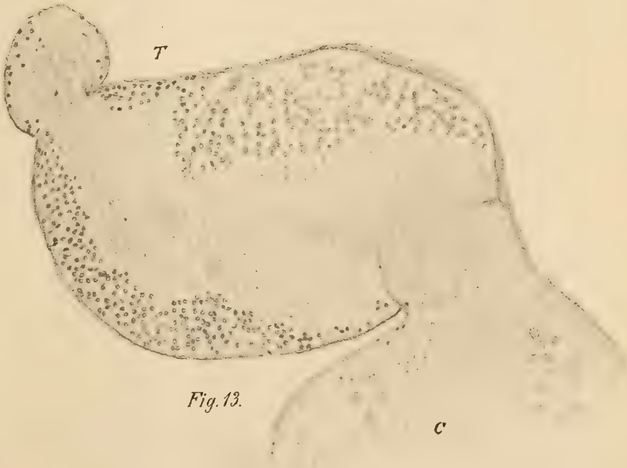


Fig. 13.

Lichtdruck v. A. Frisch, Berlin.

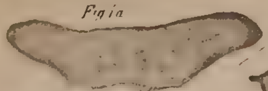


Fig. 1a.

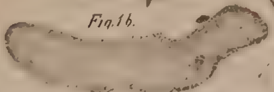


Fig. 1b.

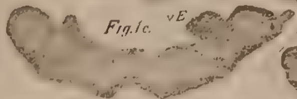


Fig. 1c.

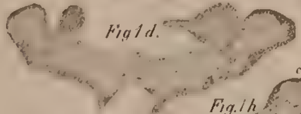


Fig. 1d.

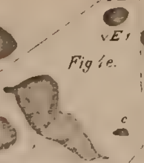


Fig. 1e.

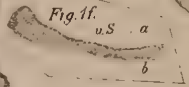


Fig. 1f.

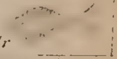


Fig. 1g.

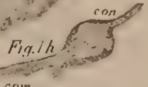


Fig. 1h.

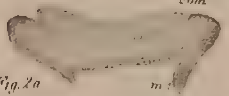


Fig. 2a.

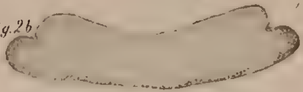


Fig. 2b.

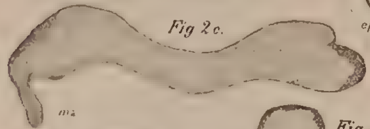


Fig. 2c.

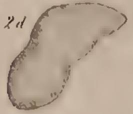


Fig. 2d.

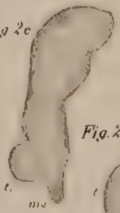


Fig. 2e.

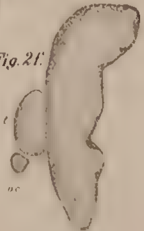


Fig. 2f.

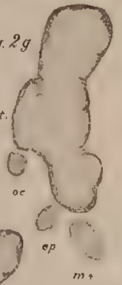


Fig. 2g.

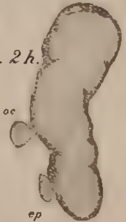


Fig. 2h.

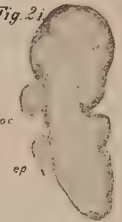


Fig. 2i.

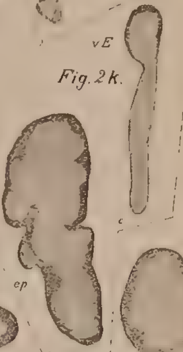


Fig. 2k.

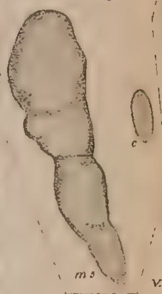


Fig. 2l.

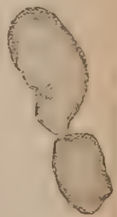


Fig. 2m.

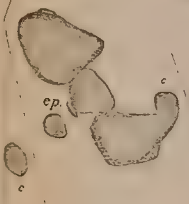


Fig. 2n.

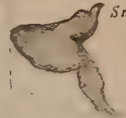


Fig. 2o.

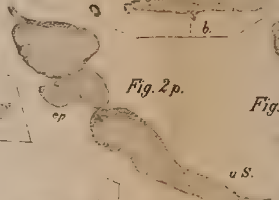


Fig. 2p.

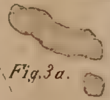


Fig. 3a.

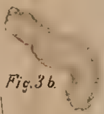


Fig. 3b.

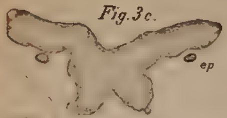


Fig. 3c.

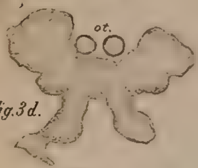


Fig. 3d.

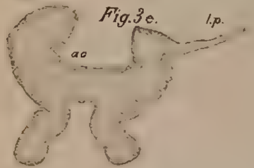


Fig. 3e.

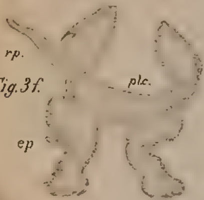


Fig. 3f.

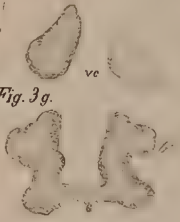


Fig. 3g.

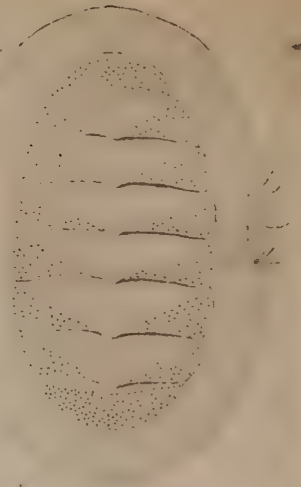


Fig. 4.

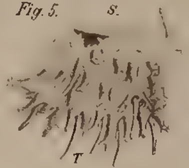


Fig. 5.

Fig. 7.

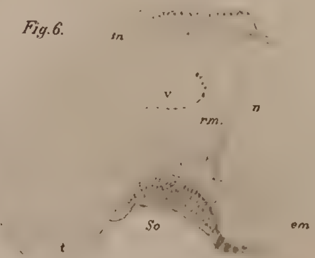


Fig. 6.
tn
v
rm.
n
t
So
em

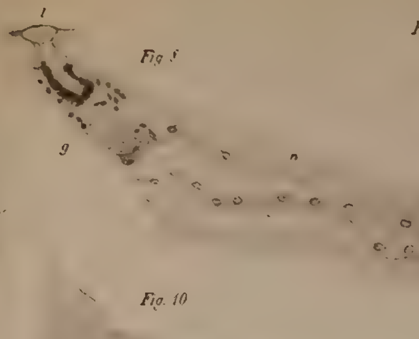


Fig. 8.

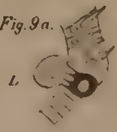


Fig. 9a.

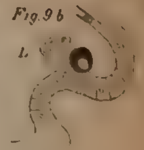


Fig. 9b.

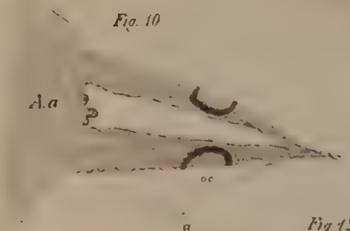


Fig. 10.

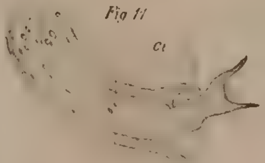


Fig. 11.

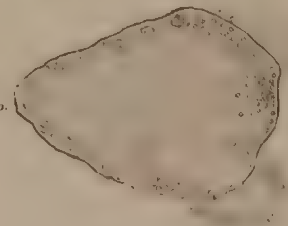


Fig. 12.

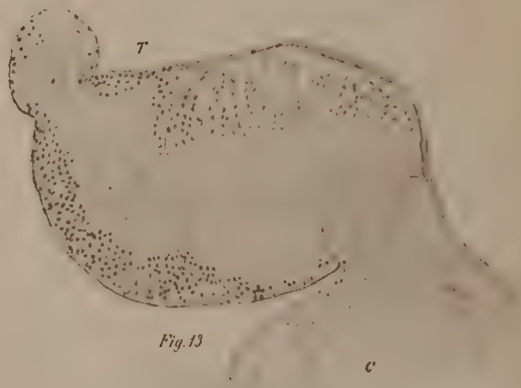


Fig. 13.

J. Thiele del.

Lichtdruck v. A. Frisch, Berlin.

Zei

F

J. Th

Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. XLIX.

Taf. XVII.

Fig. 1.

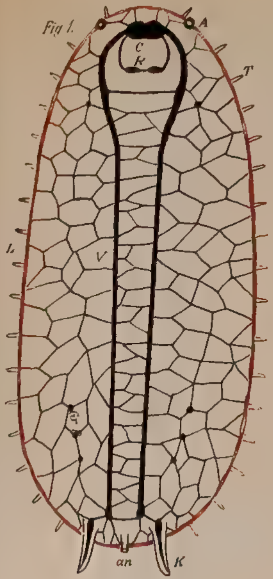

A
C
K
T
L
V
Gr
an
K

Fig. 2.

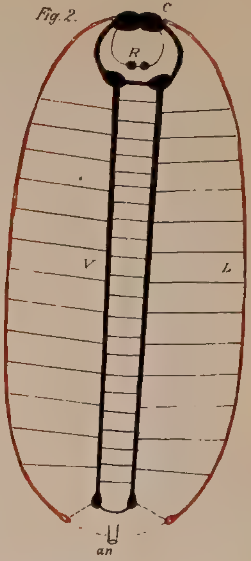


Fig. 3.

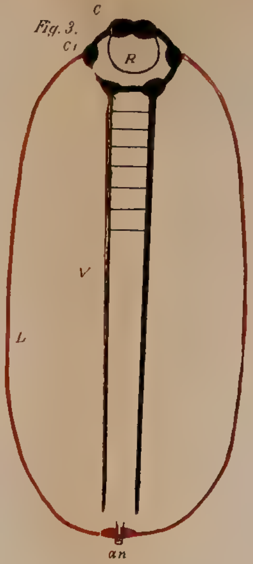


Fig. 4.

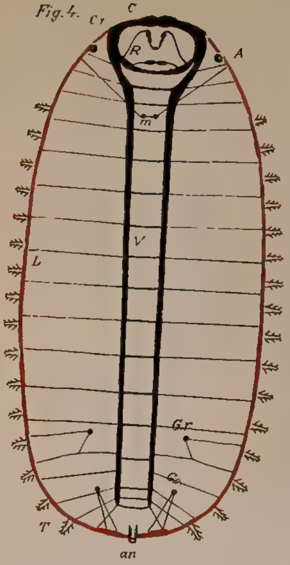

C1
C
R
A
m
V
L
Gr
Gc
T
an

Fig. 5.

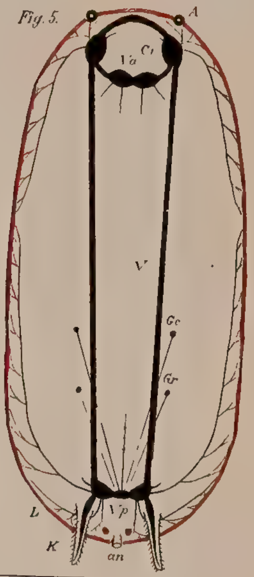

A
C1
Va
V
Gc
Gr
L
Vp
K
an

Fig. 6.

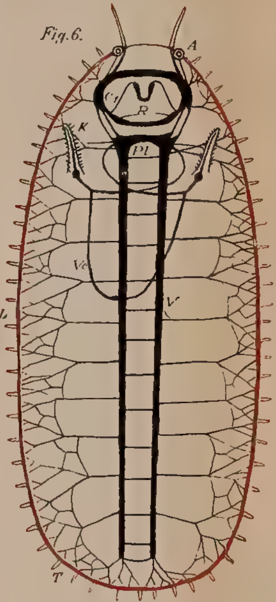
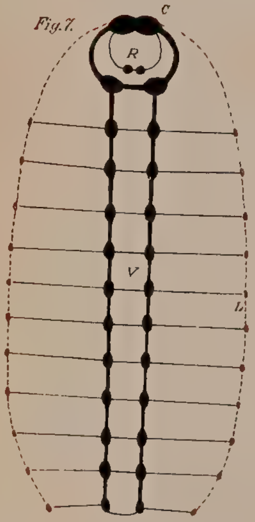

A
K
C1
R
Pl
Vc
V
L
T

Fig. 7.

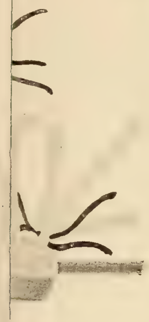


J. Thiele del.

Lichtdruck v. A. Frisch, Berlin

Zeits

Taf. XVIII.



ig. 14.

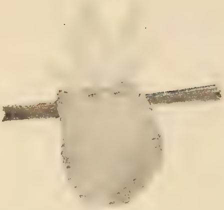


Fig. 15.

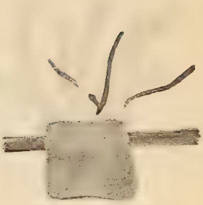


Fig. 16.

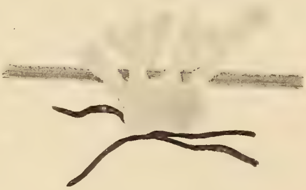


Fig. 18.

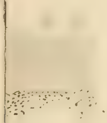


Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 39.

Fig. 40.

Fig. 9.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 36.

Fig. 37.

Fig. 38.

G.Jschik

Lichtdruck v. A.Frisch, Berlin.

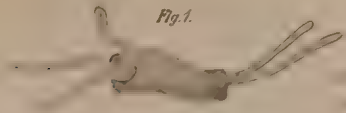


Fig. 1.

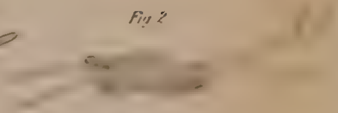


Fig. 2

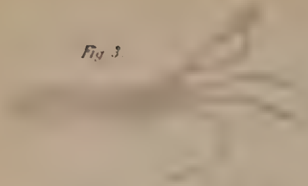


Fig. 3.

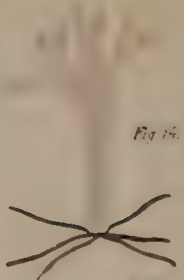


Fig. 14.

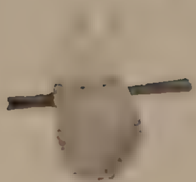


Fig. 15

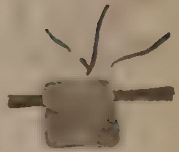


Fig. 16

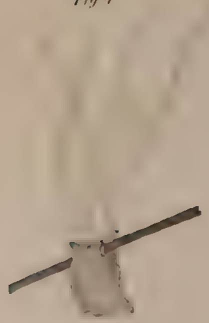


Fig. 4

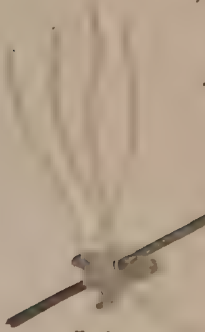


Fig. 5

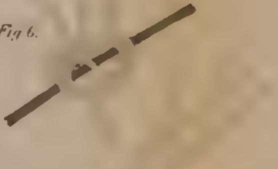


Fig. 6.

Fig. 7

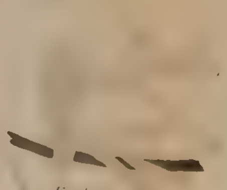


Fig. 8

Fig. 19

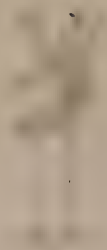


Fig. 20

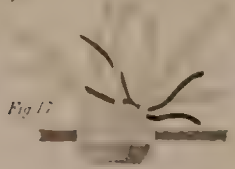


Fig. 17

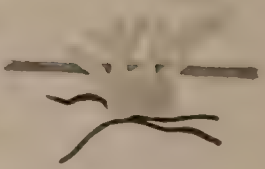


Fig. 18

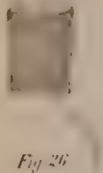


Fig. 26

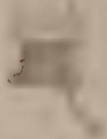


Fig. 27

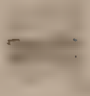


Fig. 28

Fig. 29.

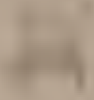


Fig. 30.

Fig. 39

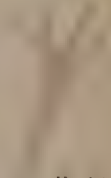


Fig. 40

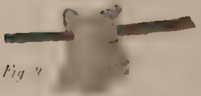


Fig. 9

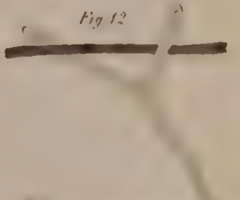


Fig. 12

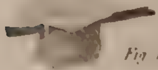


Fig. 10

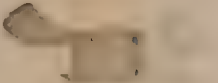


Fig. 21

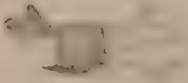


Fig. 22.

Fig. 23.

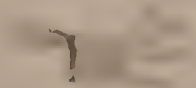


Fig. 24

Fig. 25

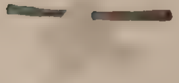


Fig. 11

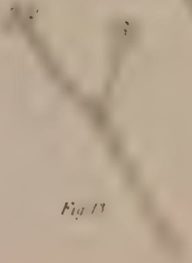


Fig. 13

Fig. 31

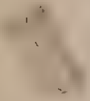


Fig. 32.

Fig. 33.

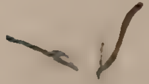


Fig. 34.

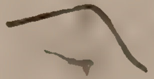


Fig. 35.

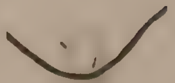


Fig. 36.

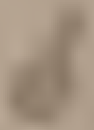


Fig. 37.

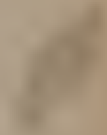
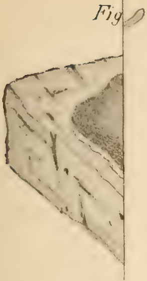


Fig. 38.

O. Jschikawa del.

Lichtdruck v. A. Frisch, Berlin.

Fig



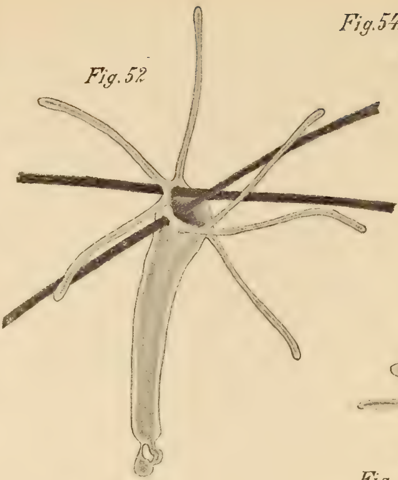


Fig. 52

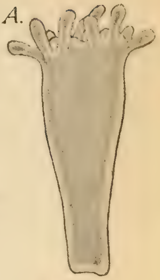


Fig. 54 A.

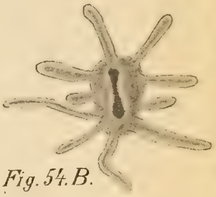


Fig. 54. B.

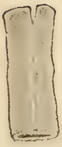


Fig. 45.

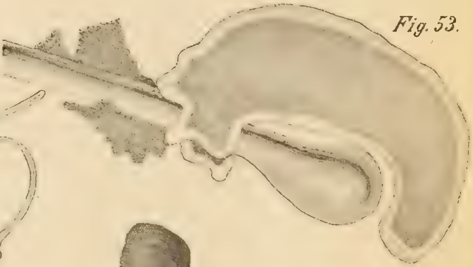


Fig. 53.

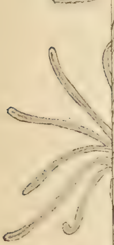
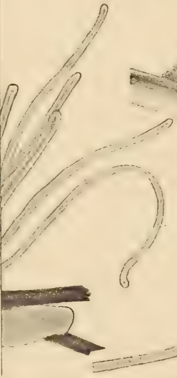


Fig. 60.



67.

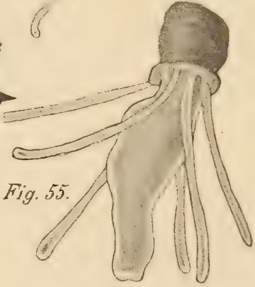


Fig. 55.

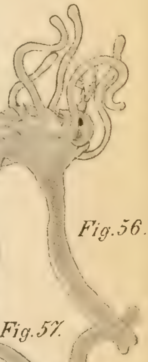


Fig. 56.

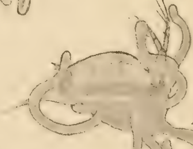


Fig. 57.

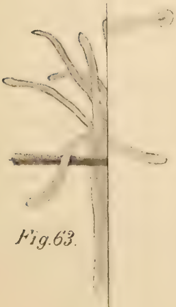


Fig. 63.

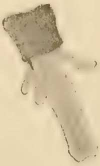


Fig. 59.

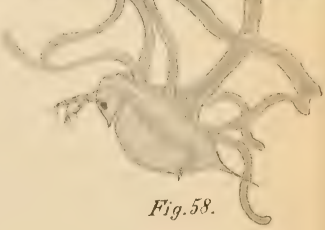


Fig. 58.

C. Ischikawa de

Lichtdruck v. A. Frisch, Berlin.

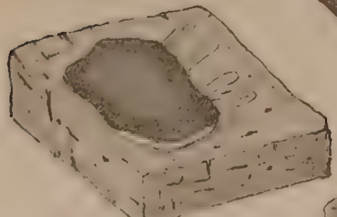


Fig. 41.

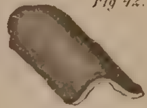


Fig. 42.

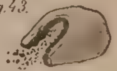


Fig. 43.

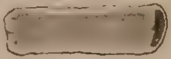


Fig. 44.

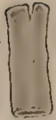


Fig. 45

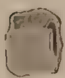


Fig. 46

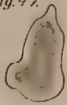


Fig. 47.

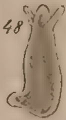


Fig. 48

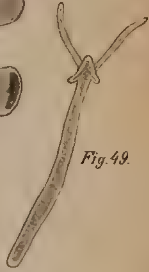


Fig. 49.

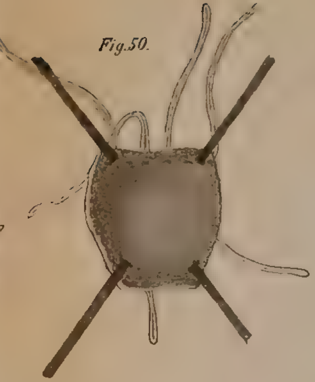


Fig. 50.

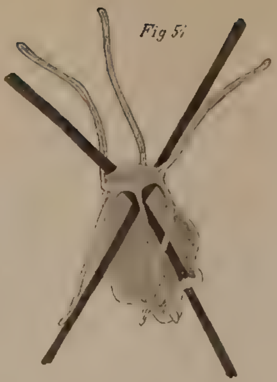


Fig. 51.

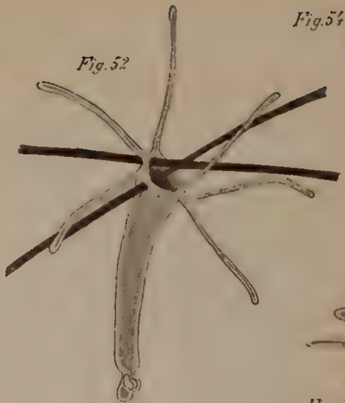


Fig. 52.

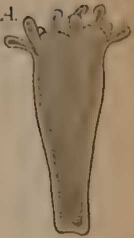


Fig. 54. A.

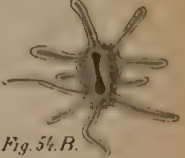


Fig. 54. B.

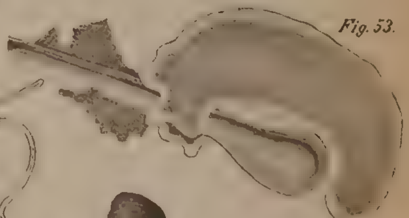


Fig. 53.

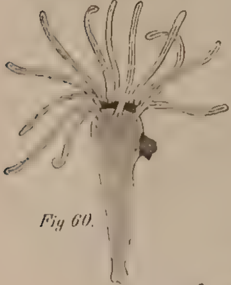


Fig. 60.

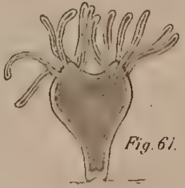


Fig. 61.

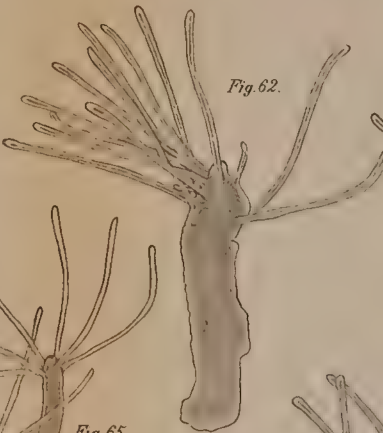


Fig. 62.

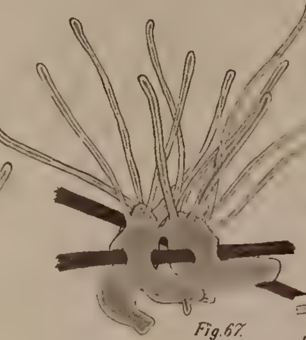


Fig. 67.

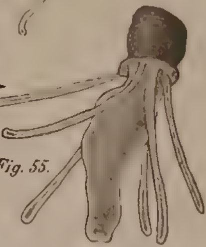


Fig. 55.

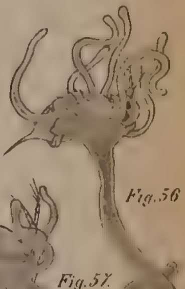


Fig. 56

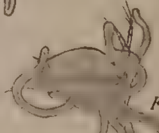


Fig. 57.

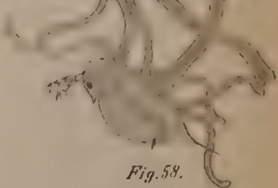


Fig. 58.

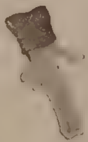


Fig. 59.

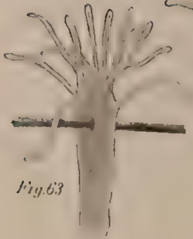


Fig. 63

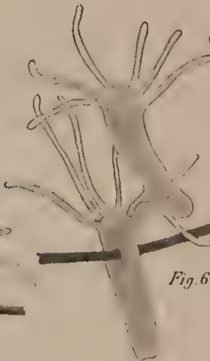


Fig. 64

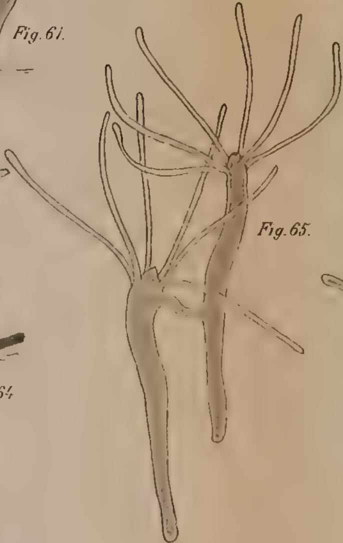


Fig. 65.

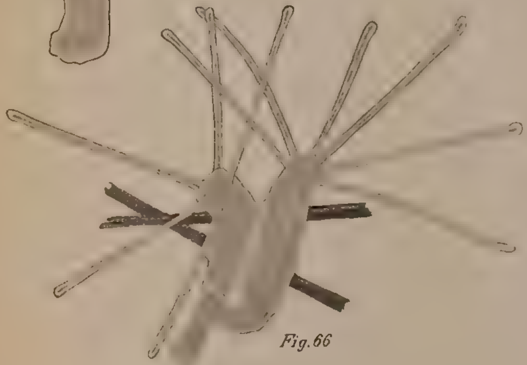


Fig. 66

C. Ischikawa del.

Lichtdruck v. A. Frisch, Berlin.

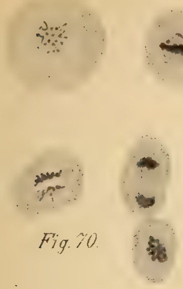


Fig. 70.

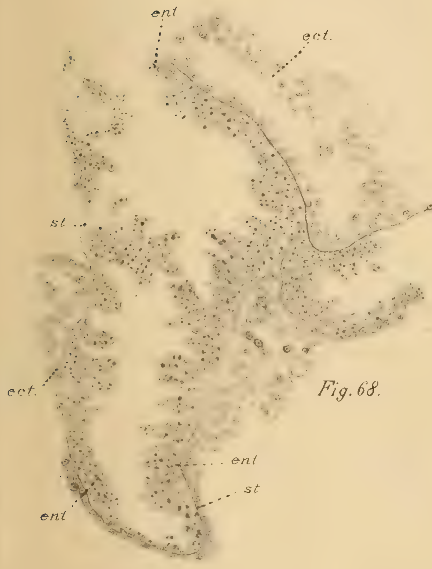
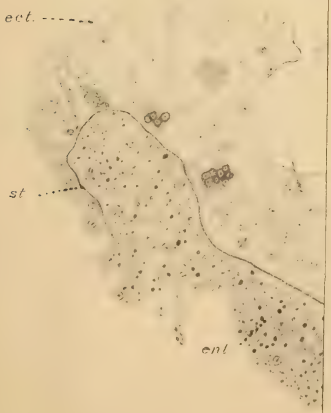

ent
ect.
st
ect.
ent
st
ent

Fig. 68.

Fig. 6



C. Jschikawa del.

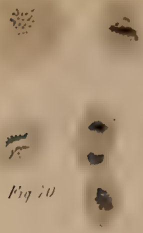


Fig. 70.

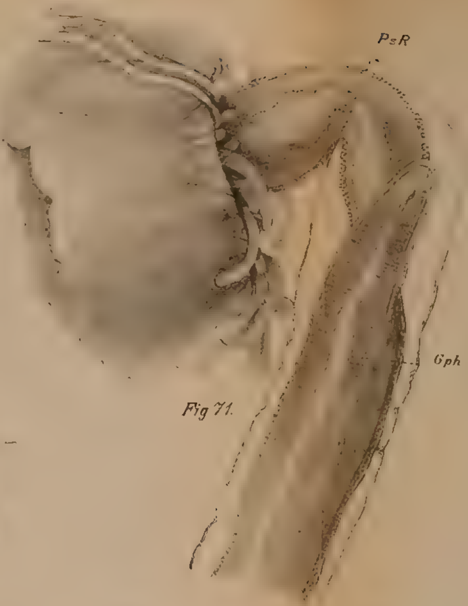
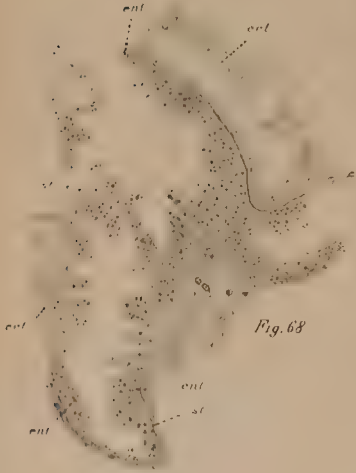


Fig. 71.


ent
ect
st
ect
ent
st
ent
Fig. 68.

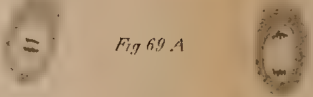
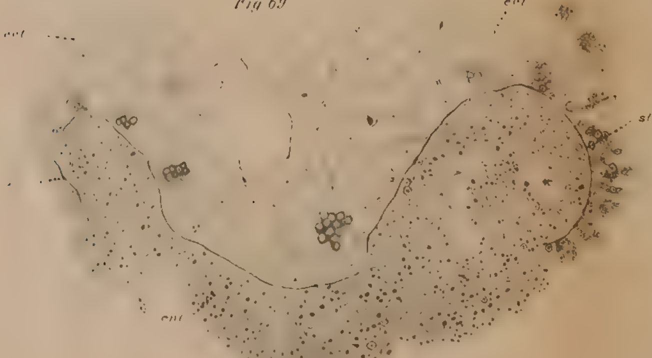
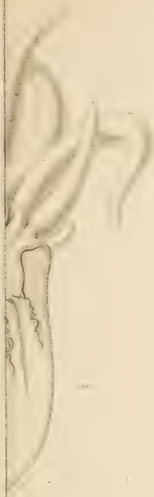


Fig. 69 A.

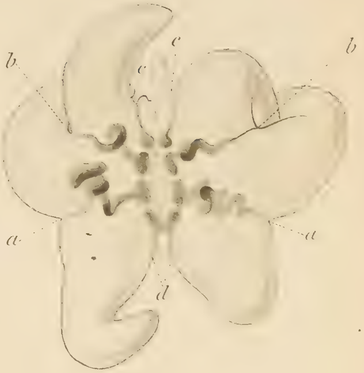

ect
ect
P
st
ent
Fig. 69.

C. Ischikawa del.

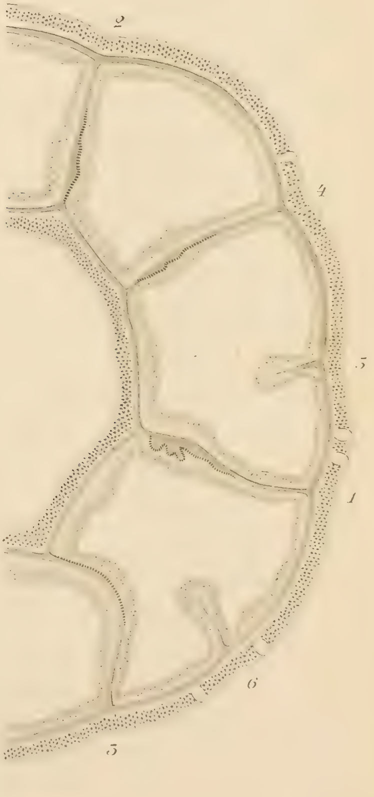
Lichtdruck v. A. Frisch, Berlin.



4



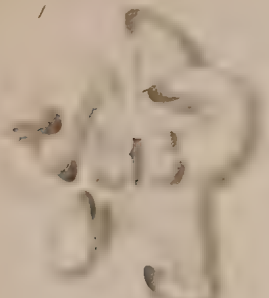
8.



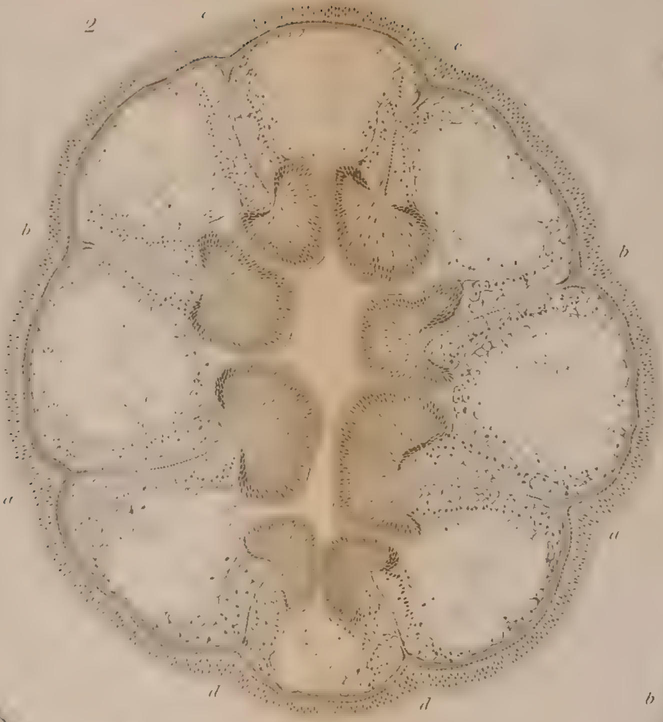
Boveri del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

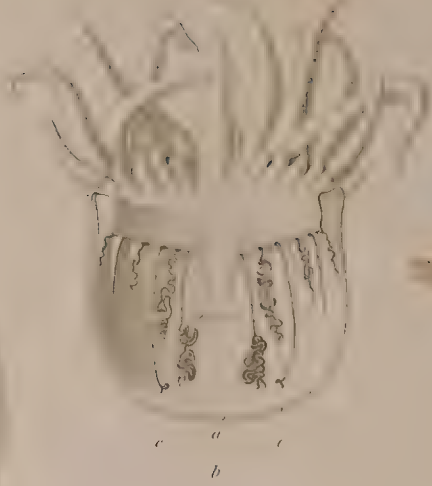
1



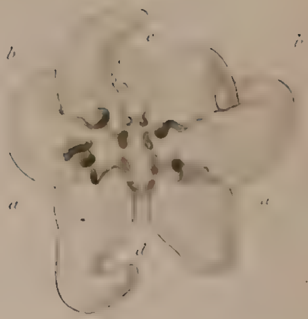
2



3

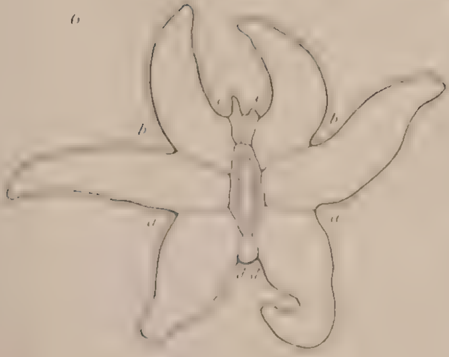


4

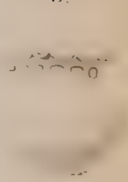


3a

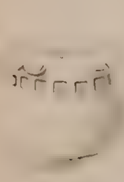
6



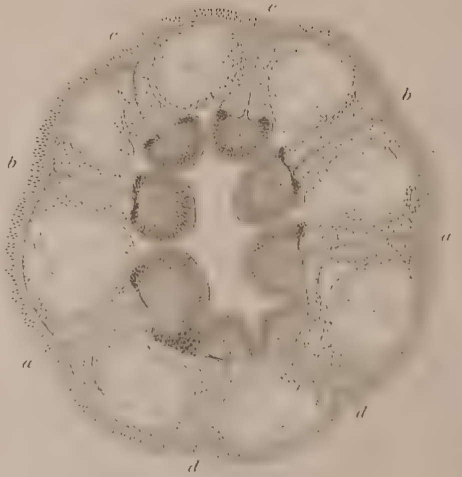
3b



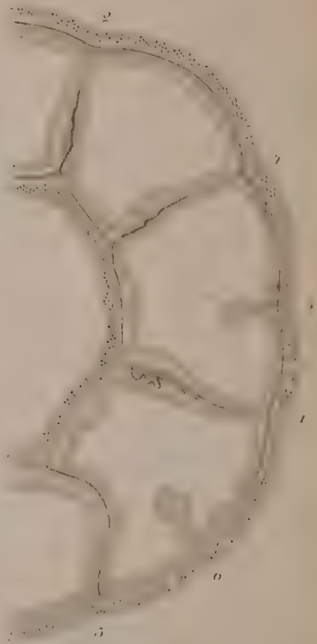
3c



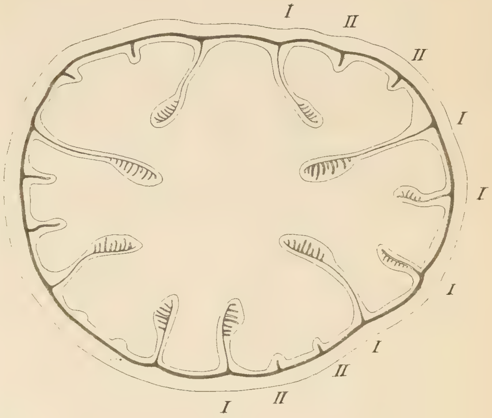
7



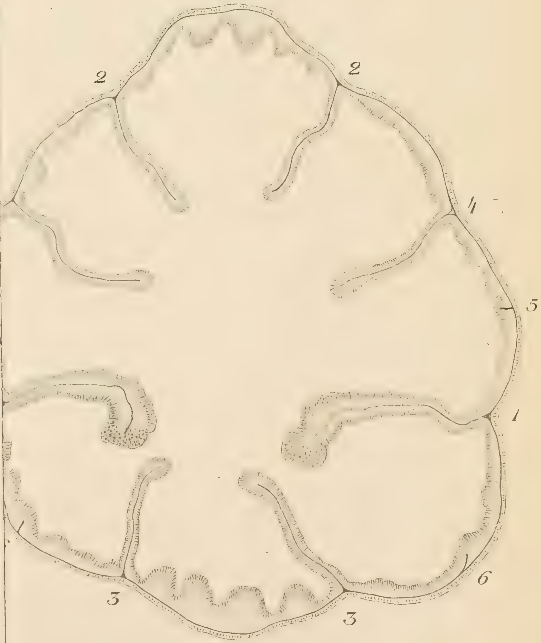
8



12.

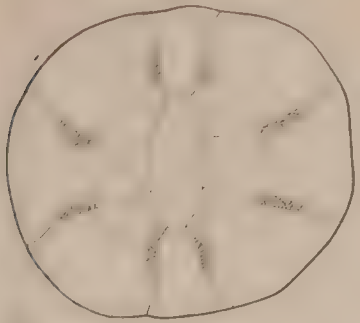

I
II
II
I
I
I
I
II
II
I

15.

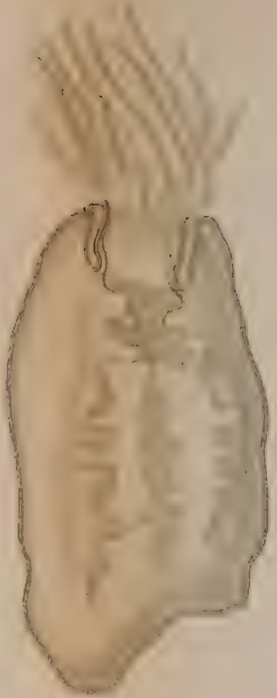


[illegible]

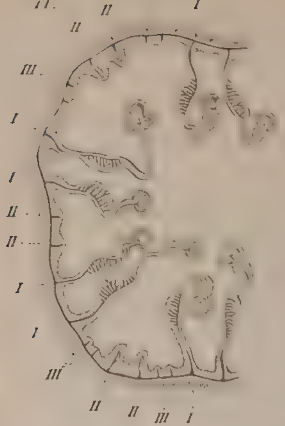
9ª



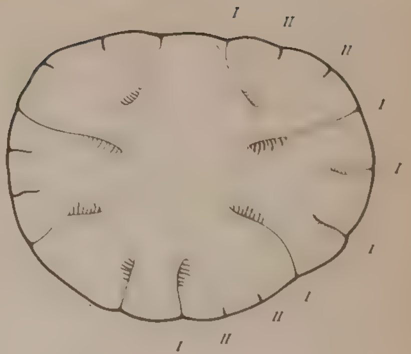
10.



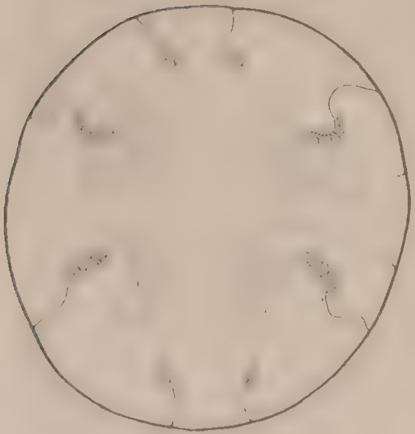
11.


III
I
II
II
III
I
I
II
II
I
I
III
II
II
III
I

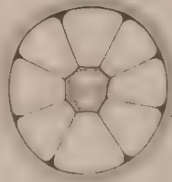
12.


I
II
II
I
I
I
I
II
I
II
I

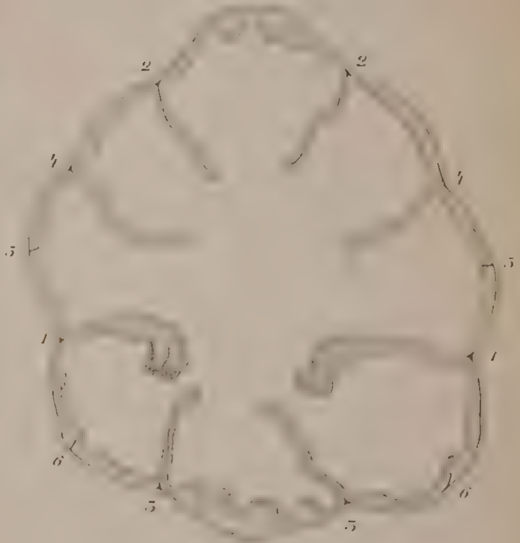
9ᵇ



16.

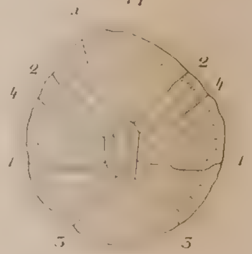


13.


2
2
4
4
5
5
1
1
6
6
5
5

15

14ª



14ᵇ

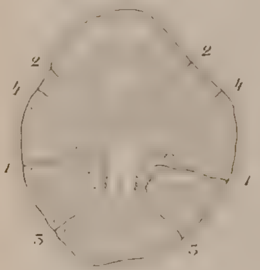


Fig. I. Edwardsiae.

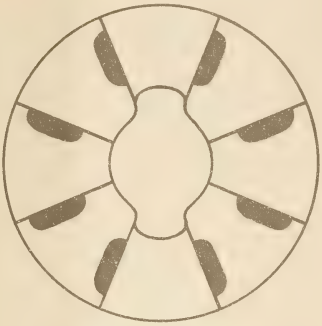


Fig. II. Ceriantheae.

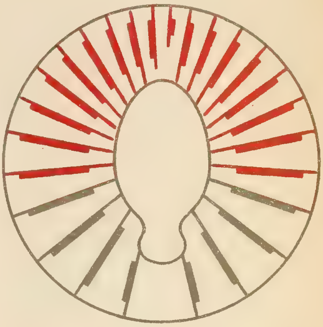


Fig. III. Hexactiniae.

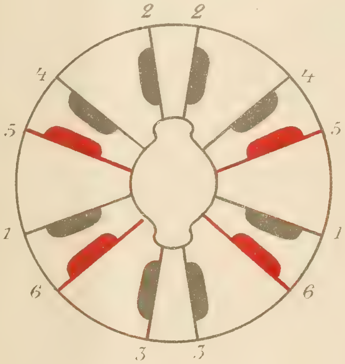


Fig. IV. Monauleae.

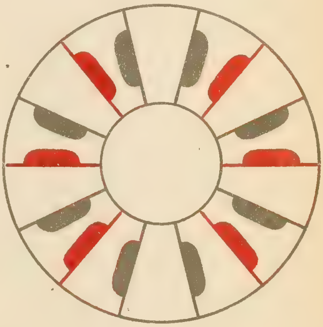


Fig. V. Gonactinia.

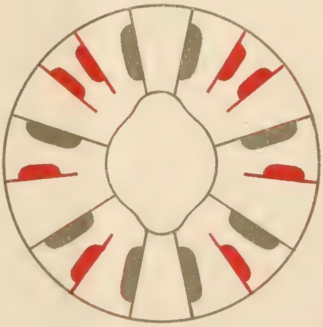
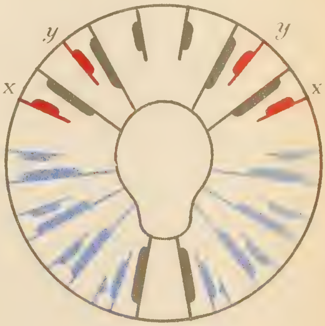
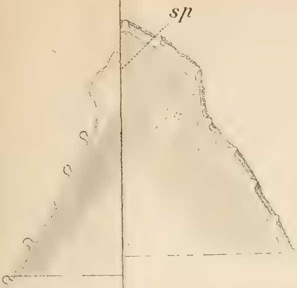


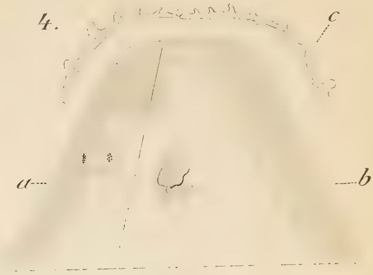
Fig. VI. Zoantheae.



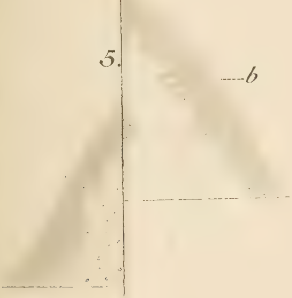
Boveri del. Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



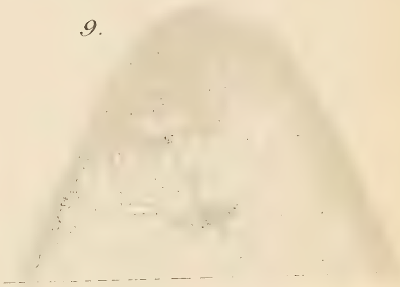
4.

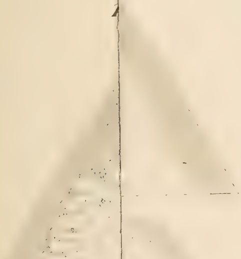


5.

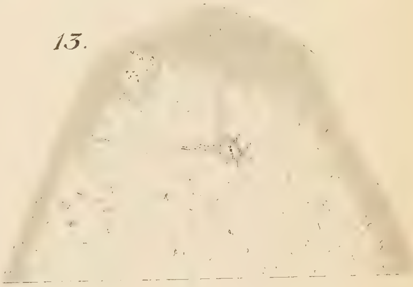


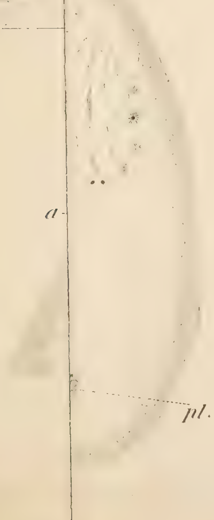
9.



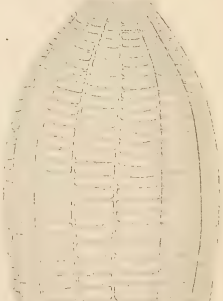


13.





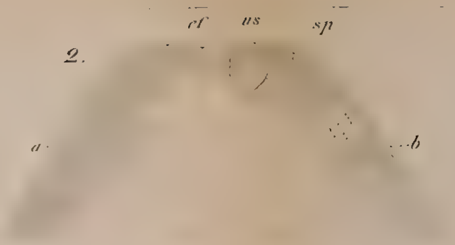
17.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt

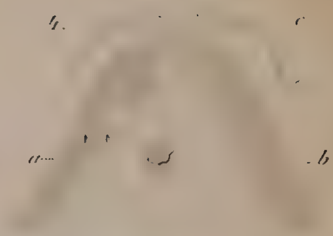
1.

2.



3.

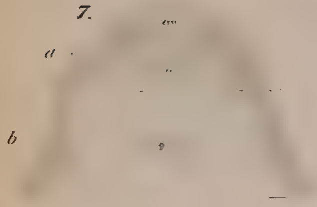
4.



5.

6.

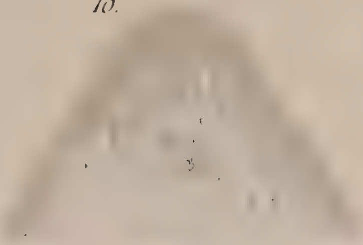
7.



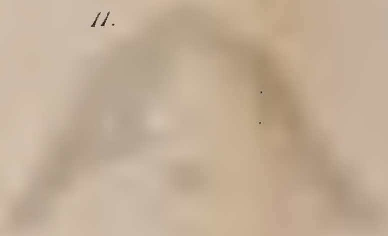
8.

9.

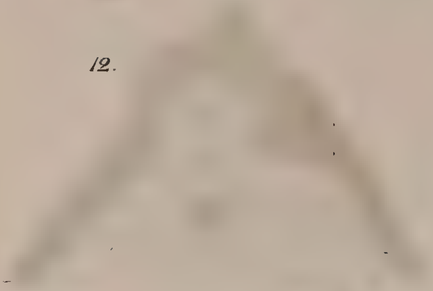
10.



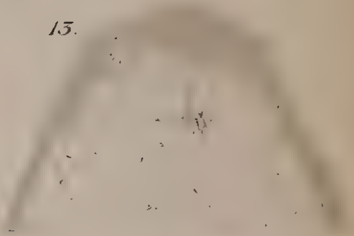
11.



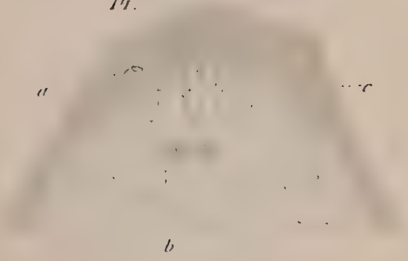
12.



13.



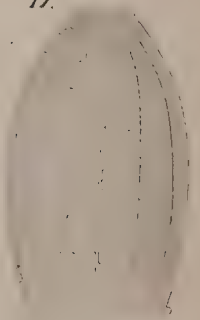
14.

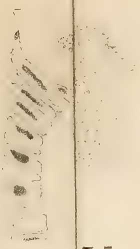


15.

16.

17.





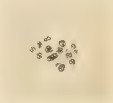
28.

29.

35.

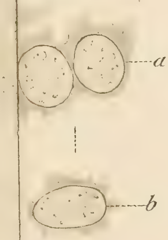
36.

37.

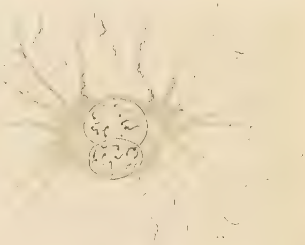


38.

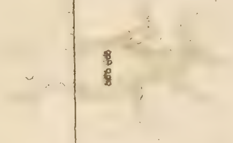
43.



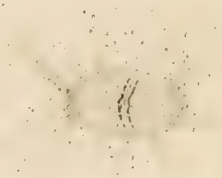
44.

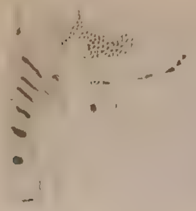


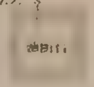
50.

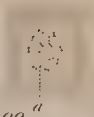


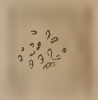
51.

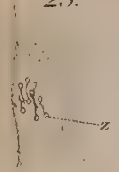


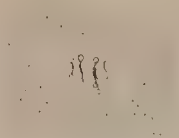

18.

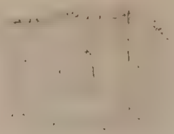

19.

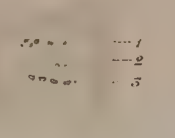

21.

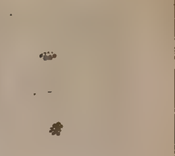

23.

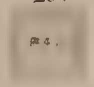

25.

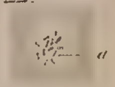

26.

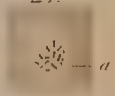

27.

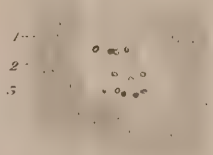

28.


29.

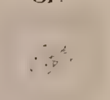

20.


22.

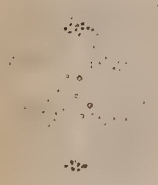

24.

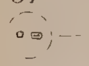

30.

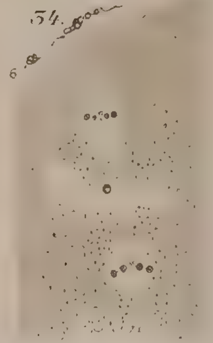
31^a

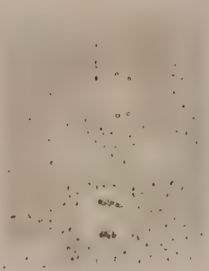

31^b

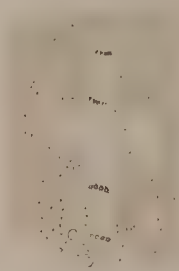
32.

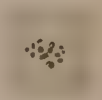

33.

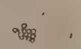

34^a


34.

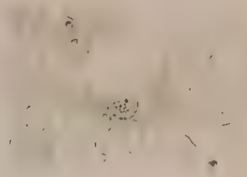

35.

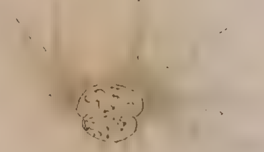

36.

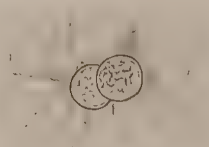

37.

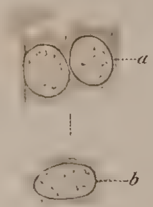

38.

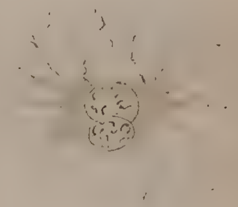
39.

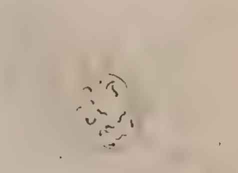

40.

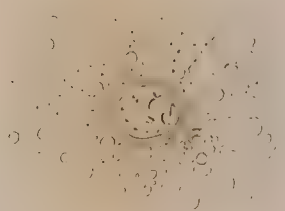

41.

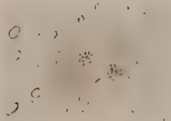

42.

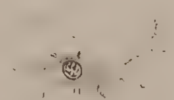

43.

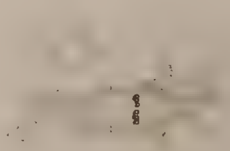

44.

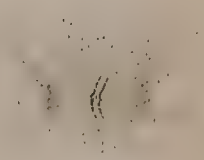

45.

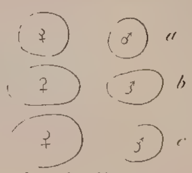

46.


48.

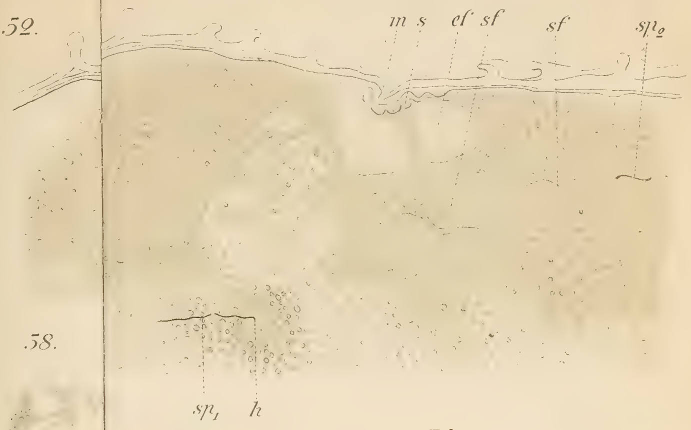

49.


50.

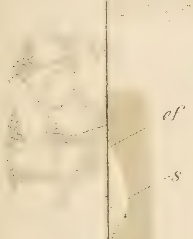

51.


47.

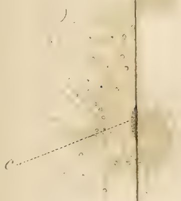
52.


m
s
ef
sf
sf
sp_2
sp_1
h

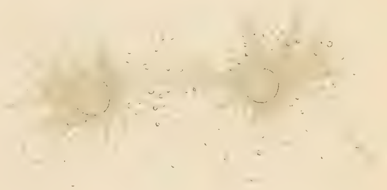
58.



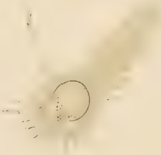
61.



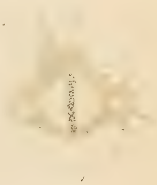
72.



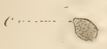
74.



75.

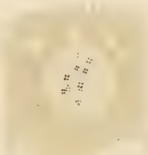


64.



76.

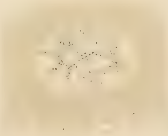
78.



80.

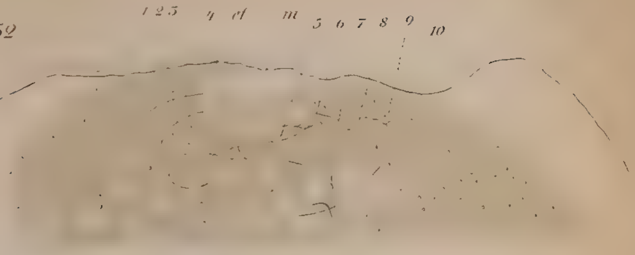
67.

79.



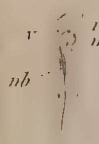
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

52.

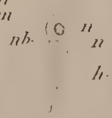

1 2 3
4
cl
m
5 6 7 8 9
10

53.

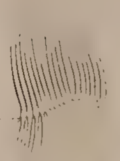
54.



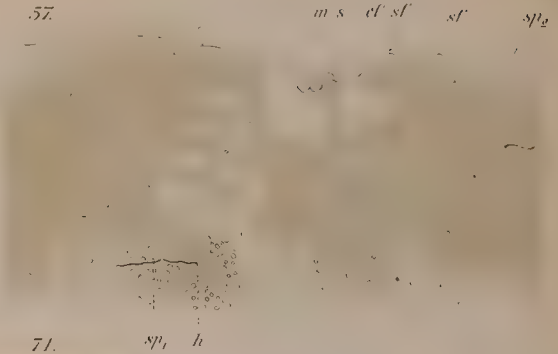
55.



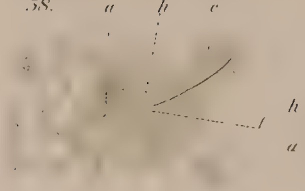
56.



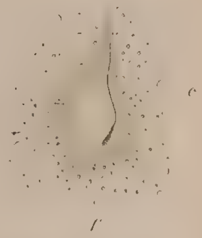
57.


m s
cl sf
sf
sp2
sp1
h

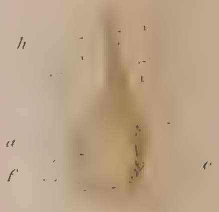
58.



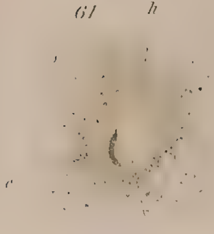
59.



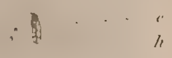
60



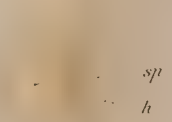
61



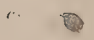
62.



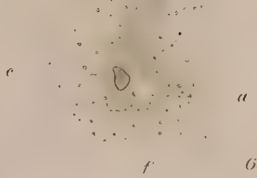
63



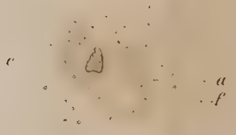
64.



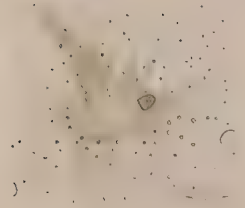
65.



66.



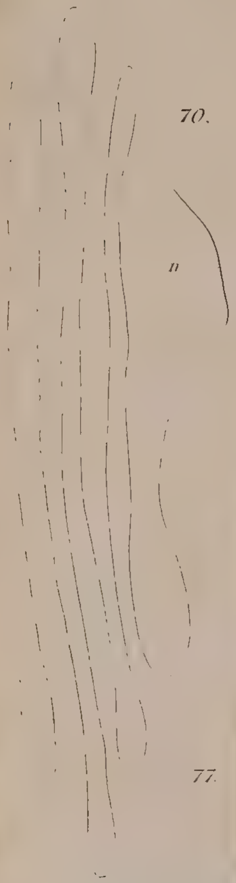
67.



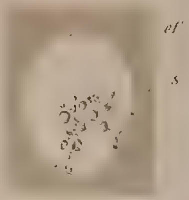
68.

69

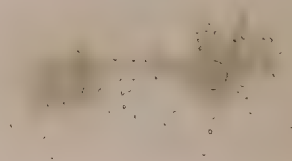
70.



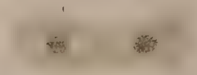
71.



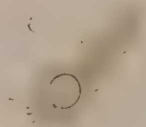
72.



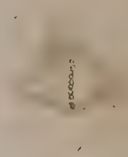
73.



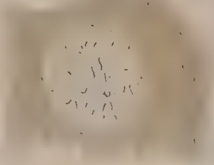
74.



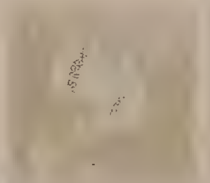
75.



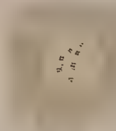
76.



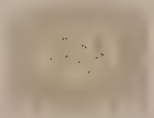
77.



78.



79.

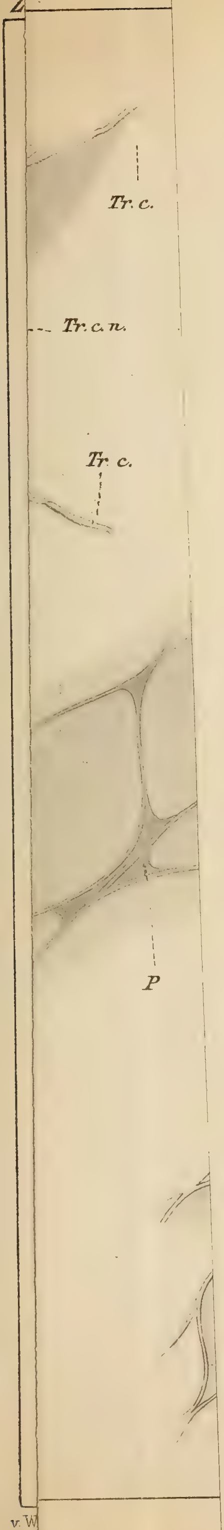


80.

Verl. v Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v Werner & Winter, F.

Z


Tr. c.
Tr. c. n.
Tr. c.
P

v. W

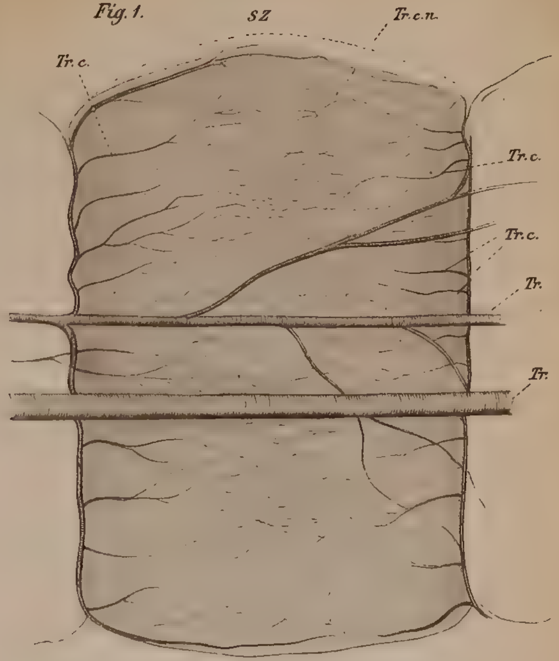


Fig. 1.
SZ
Tr.c.n.
Tr.c.
Tr.c.
Tr.c.
Tr.
Tr.

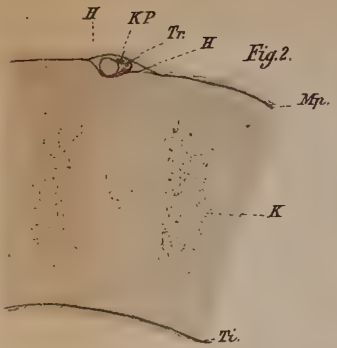


Fig. 2.
H
KP
Tr.
H
Mp.
K
Ti.

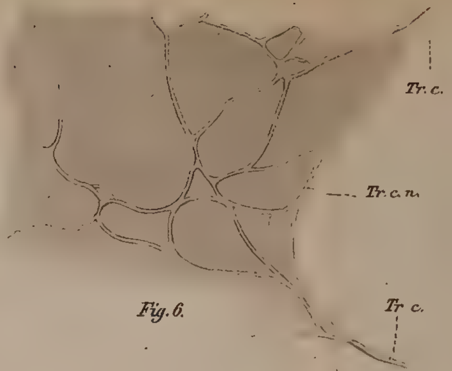


Fig. 6.
Tr.c.
Tr.c.n.
Tr c.

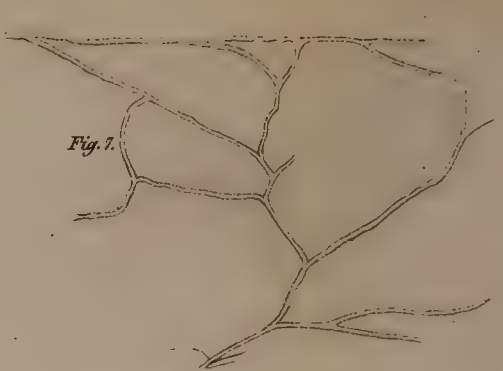


Fig. 7.

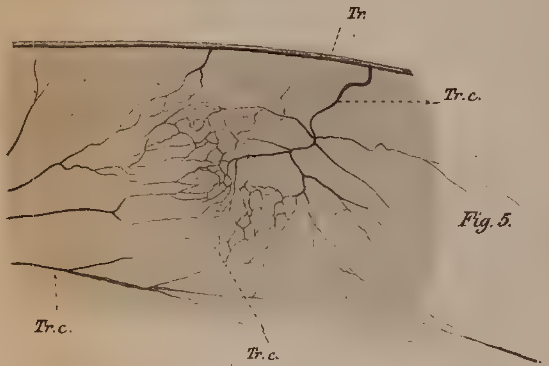


Fig. 5.
Tr.
Tr.c.
Tr.c.
Tr.c.

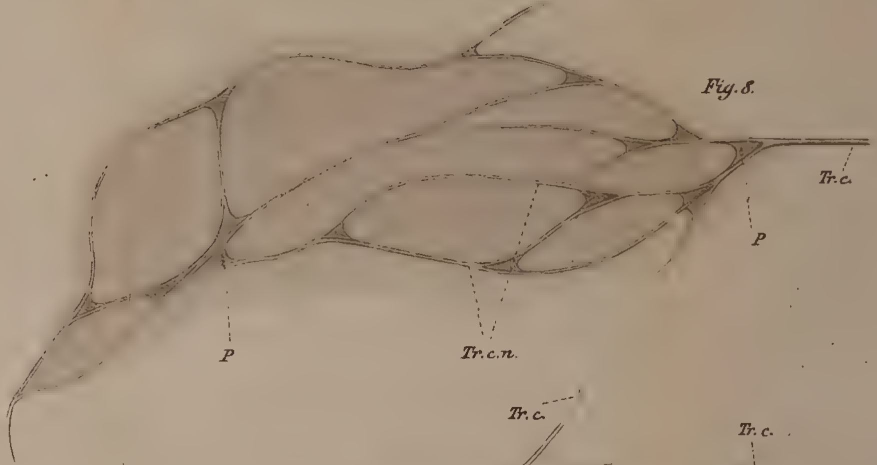


Fig. 8.

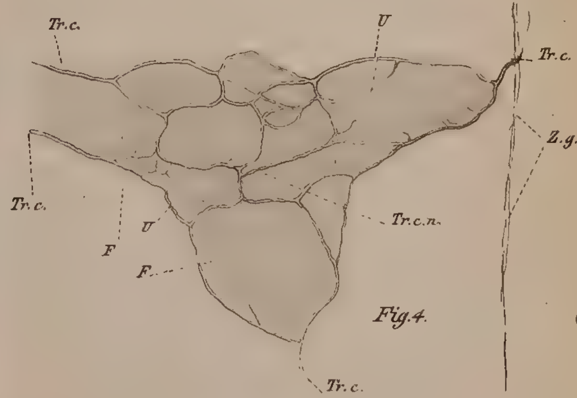


Fig. 4.
Tr.c.
U
Tr.c.
Z.g.
Tr.c.
U
F
Tr.c.n.
F.
Tr.c.

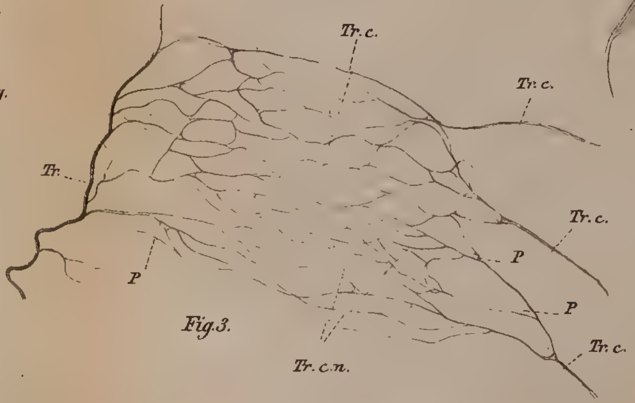


Fig. 3.
Tr.c.
Tr.c.
Tr.
Tr.c.
P
P
P
Tr.c.
Tr.c.n.

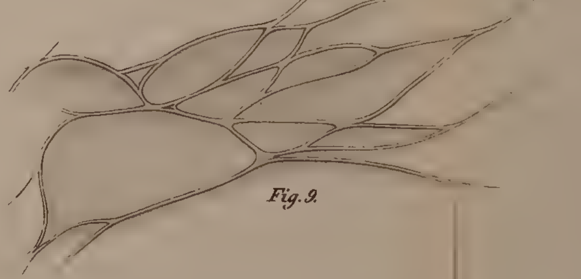


Fig. 9.

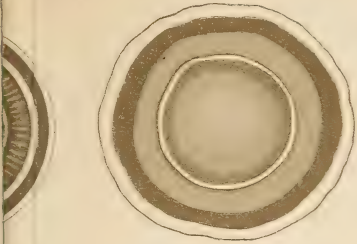
v Wistinghausen del

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig

Verlagsanstalt Bruckmann repr.

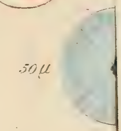
Z

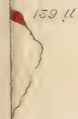
5. $\frac{1350}{1}$



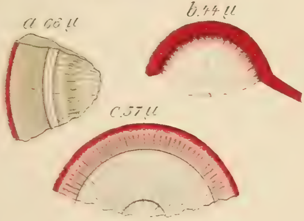
6. $\frac{1350}{1}$

7.



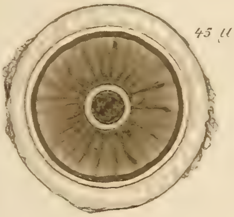


16. $\frac{455}{1}$

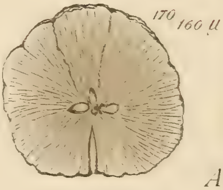

a 66 µ
b. 44 µ
c. 37 µ

17. $\frac{600}{1}$

23. $\frac{600}{1}$

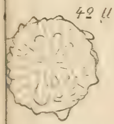


24. $\frac{150}{1}$

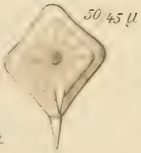


A. 8

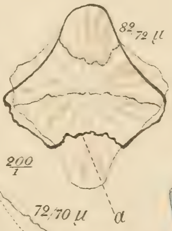
32. $\frac{300}{1}$



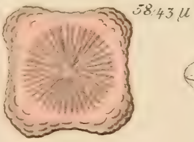
33. $\frac{300}{1}$



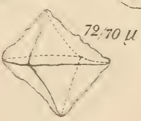
35. $\frac{300}{1}$



34. $\frac{300}{1}$



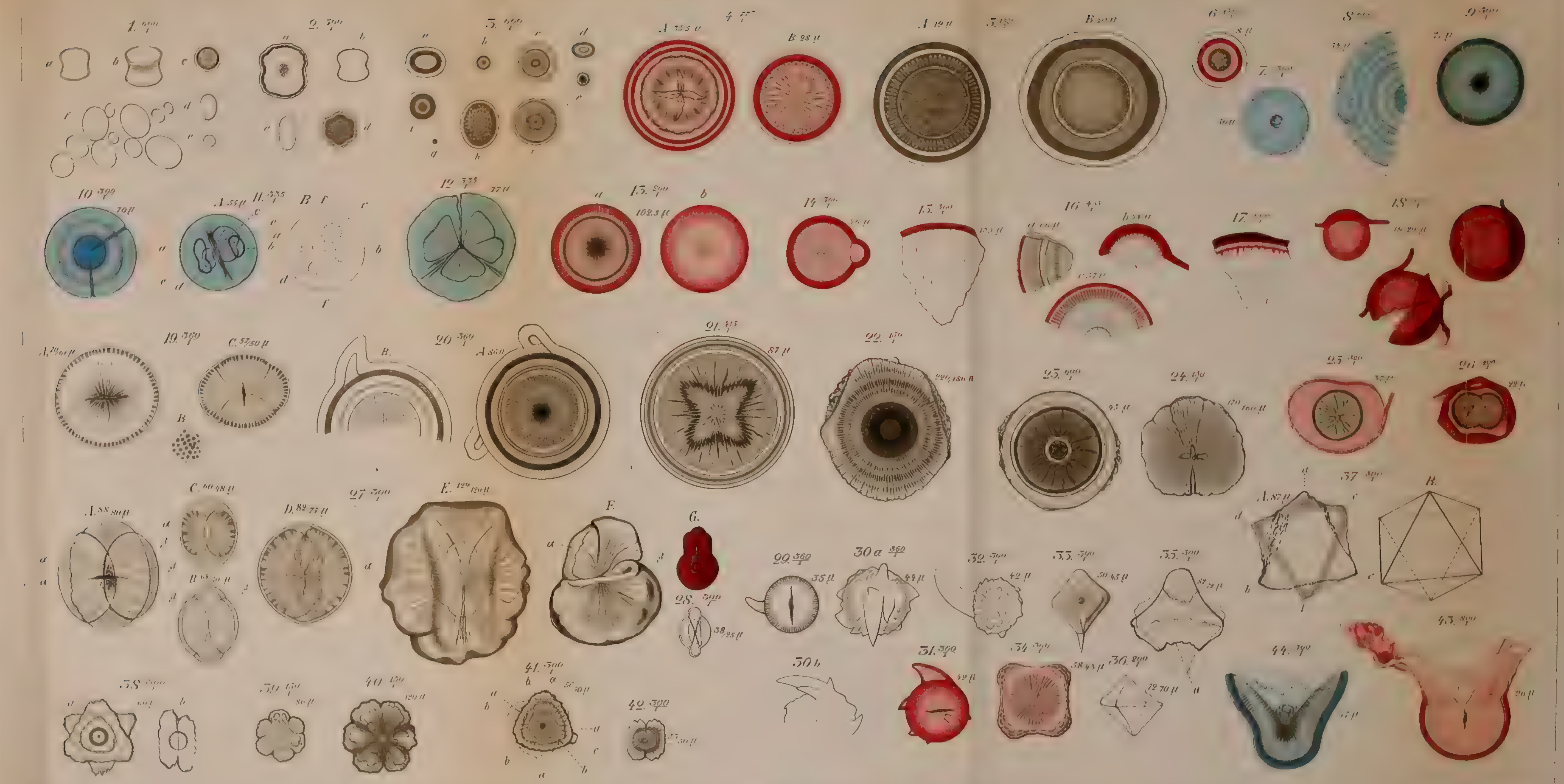
36. $\frac{200}{1}$



4

Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. XLIX.

Taf. XXVIII.



1.
2.
3.
4.
A
B 95 µ
5.
A
B
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
a
b
102,5 µ
14.
15.
16.
17.
18.
19.
A
B
C
20.
A
B.
21.
87 µ
22.
23.
24.
25.
26.
27.
A
B
C
D
E.
F.
G.
28.
29.
35 µ
30 a
30 b
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
A.
B.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.

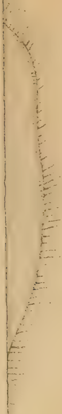


Fig. 16.

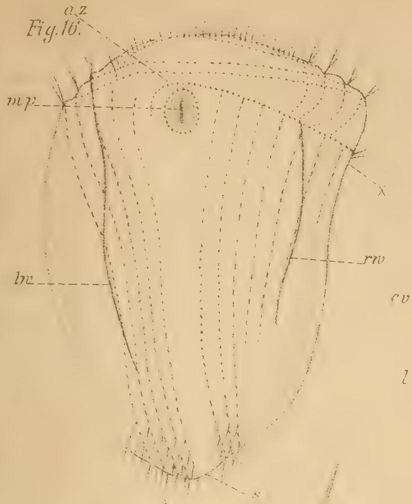

a.z
mp
x
rw
lw
s
cv
ln

Fig. 19.

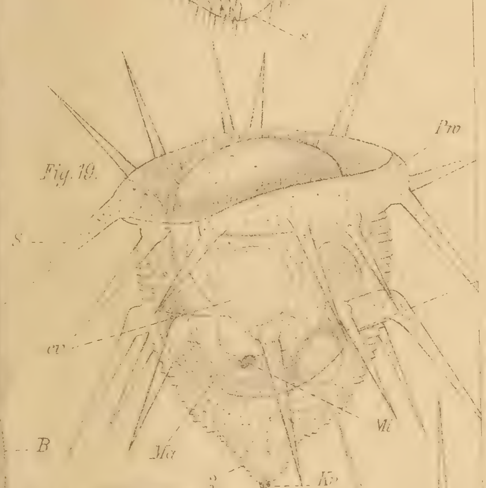
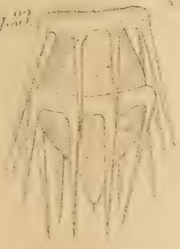

Pw
S
cv
Mi
B
Ma
3
Kr
1

Fig. 23.



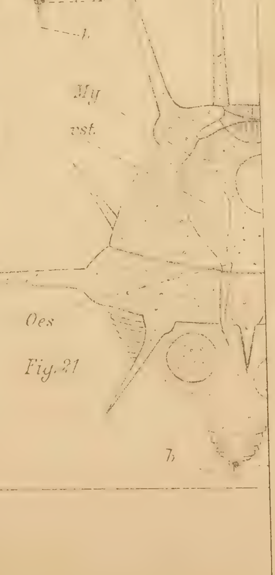


Fig. 21

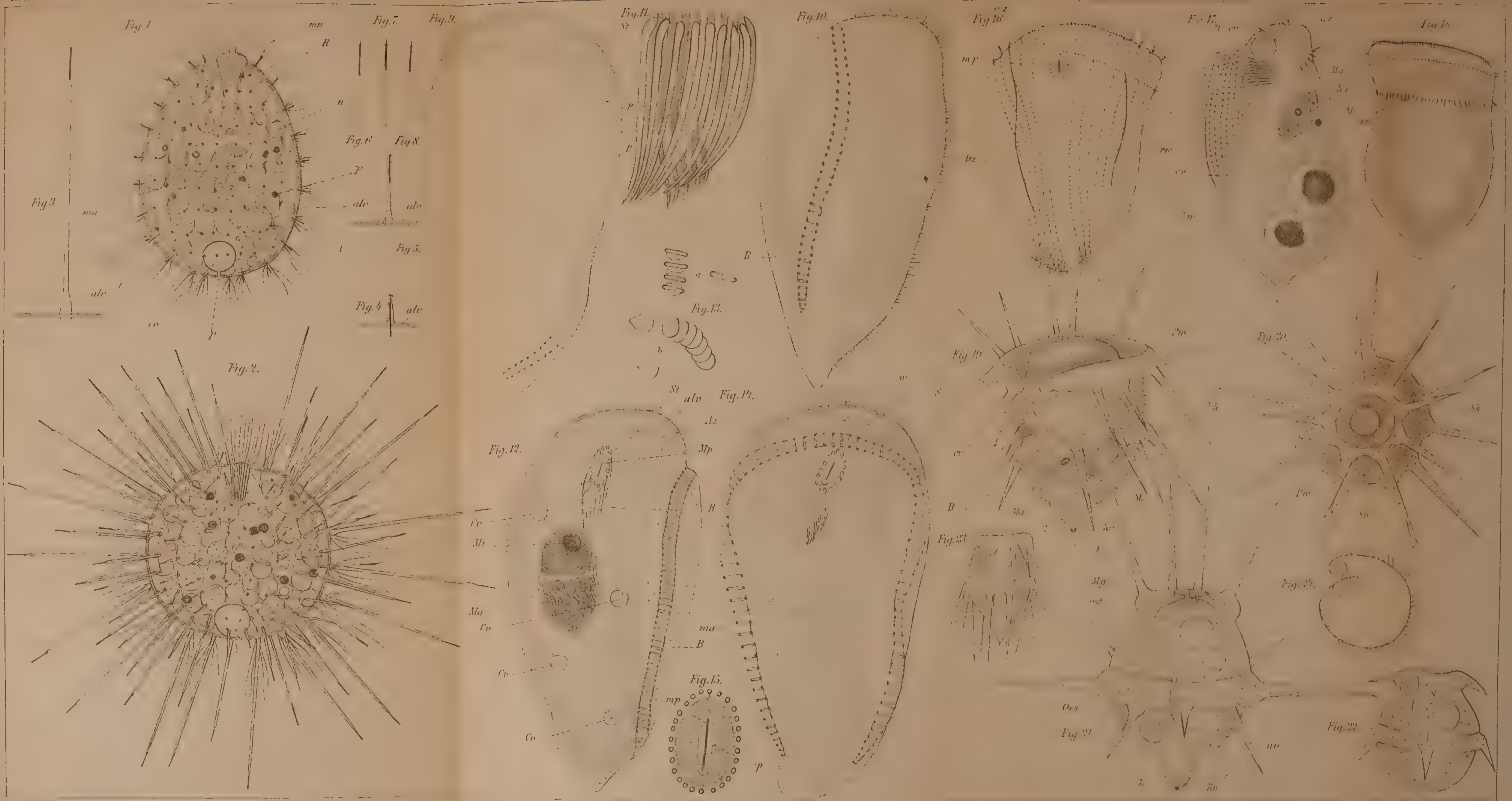
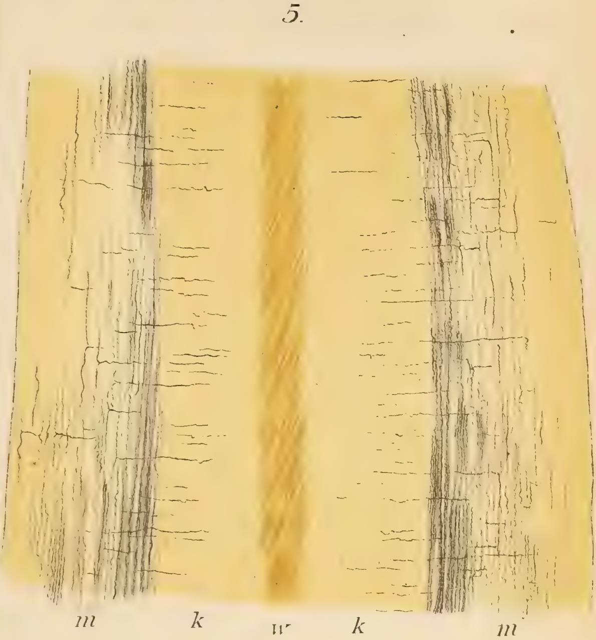
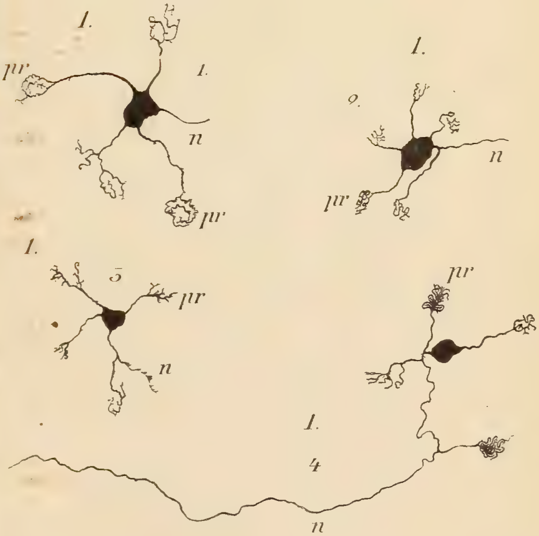


Fig. 1
mp
R
n
F
alv
cv
p
Fig. 2.
Fig. 3
ma
alv
Fig. 4
alv
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8.
alv
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
St
B
Fig. 12.
Cv
Mi
Ma
Cv
Cv
Cv
Fig. 13.
a
b
Fig. 14.
St
alv
Mi
Mp
R
ma
B
Fig. 15.
mp
p
Fig. 16
mp
bz
Fig. 17
cv
Ma
Mi
cv
Fig. 18
Fig. 19
cv
B
Ma
Mp
Fig. 20.
Sk
Pw
Fig. 21
Oes
Kn
Fig. 22.
Fig. 23
Fig. 24.

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

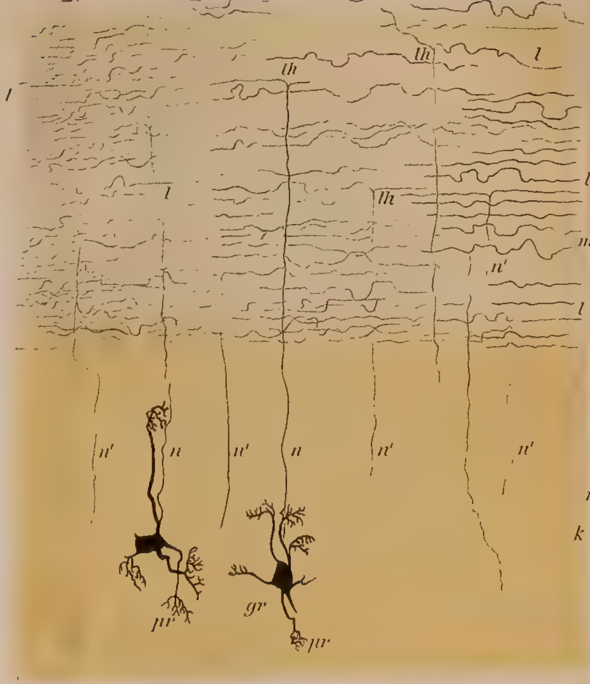



1.
1.
pr
n
pr
1.
2.
pr
n
1.
3
pr
n
pr
1.
4
n

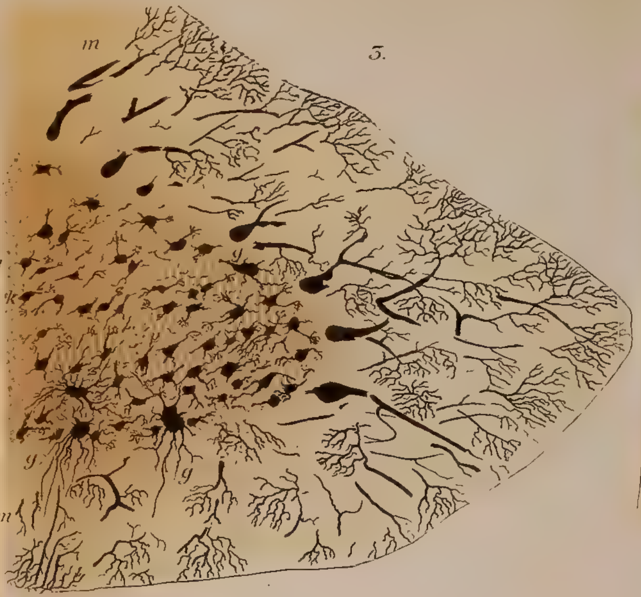
A. Rabus del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

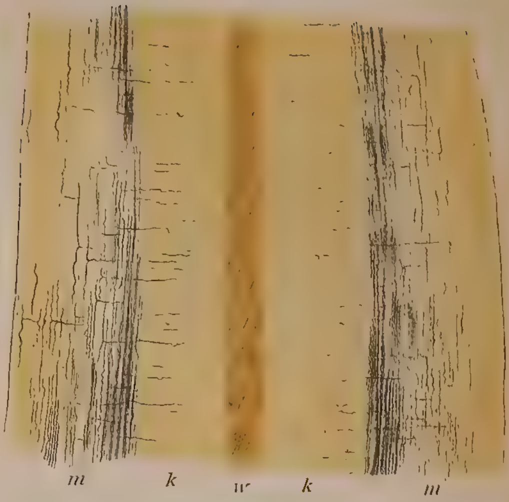
2.


th
th
l
l
th
l
m
n'
l
l
n'
n
n'
n
n'
n'
gr
pr
pr

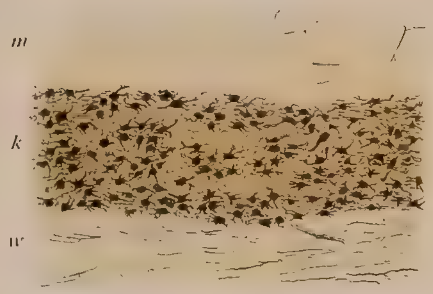
3.



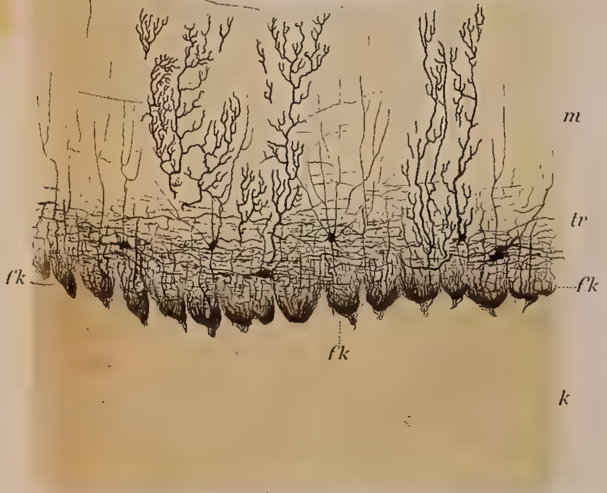
5.

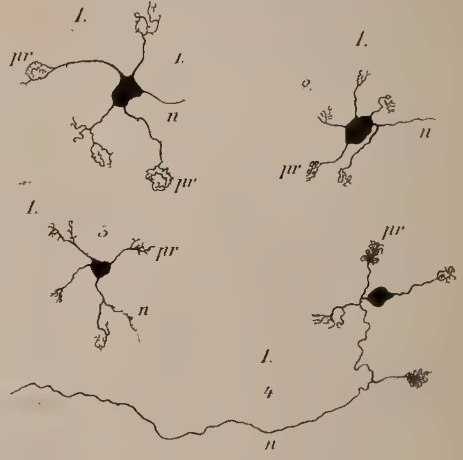


4.



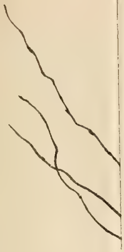
6.


m
tr
fk
fk
fk
k

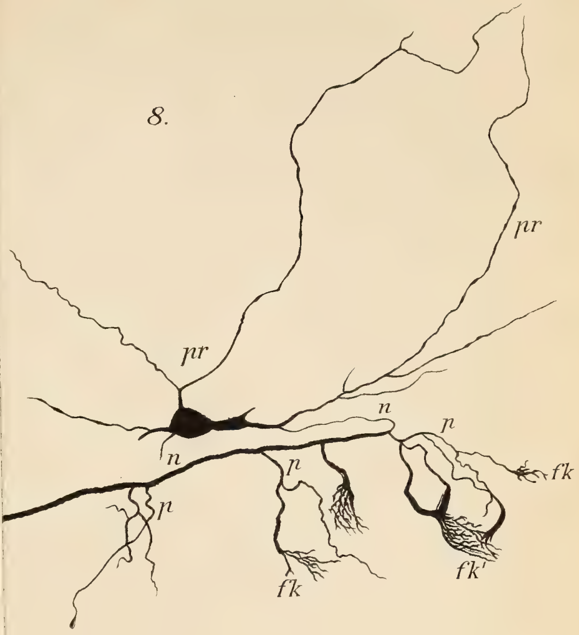

1.
pr
1.
n
pr
1.
2.
n
pr
pr
1.
3.
pr
n
pr
1.
4.
n

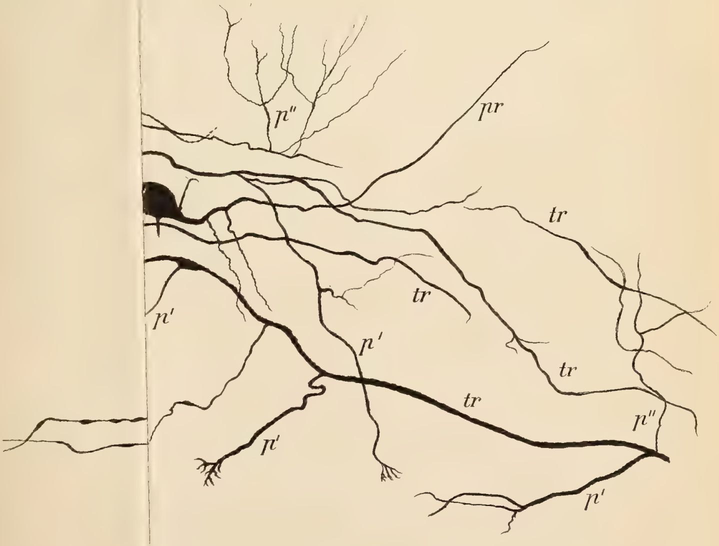
Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

7



8.

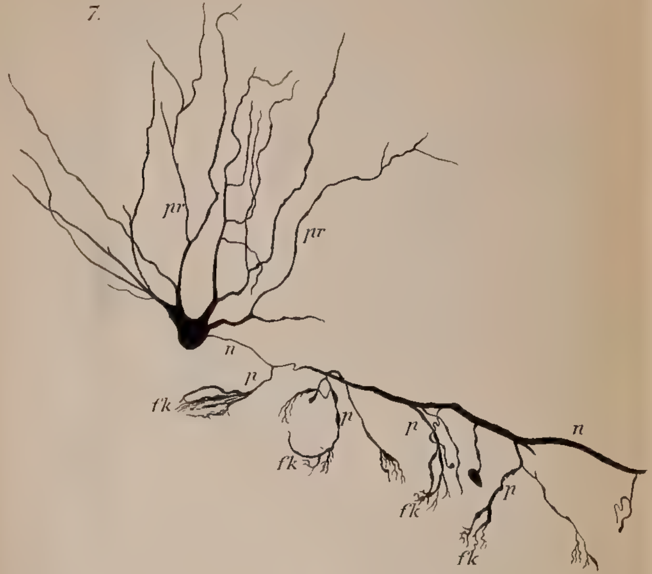

pr
pr
n
n
p
p
p
p
fk
fk
fk'


p''
pr
tr
tr
p'
p'
tr
tr
p''
p'
p'
p'

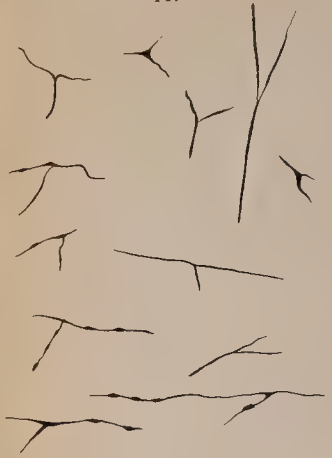
A. Rabus del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

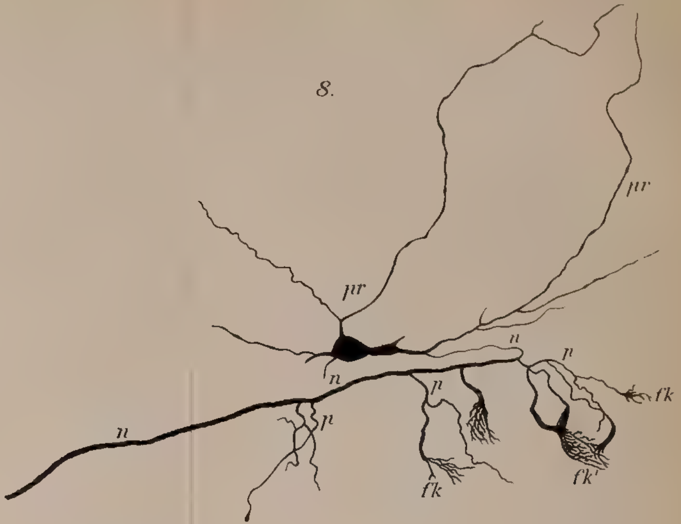
7.


pr
pr
n
p
fk
p
p
fk
fk
p
n
fk

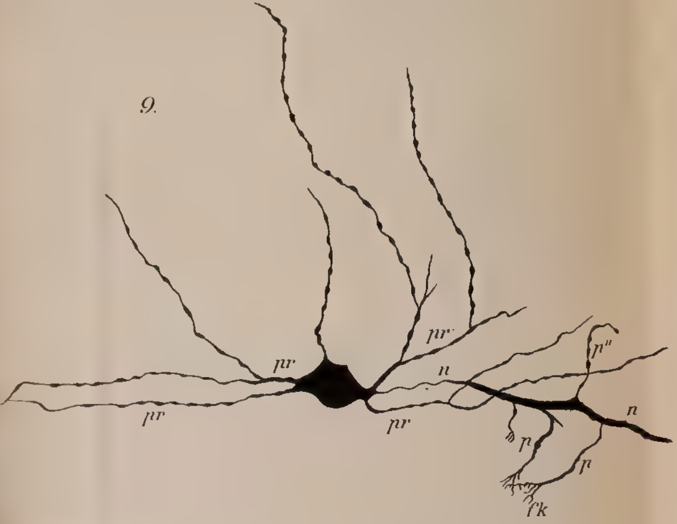
11.



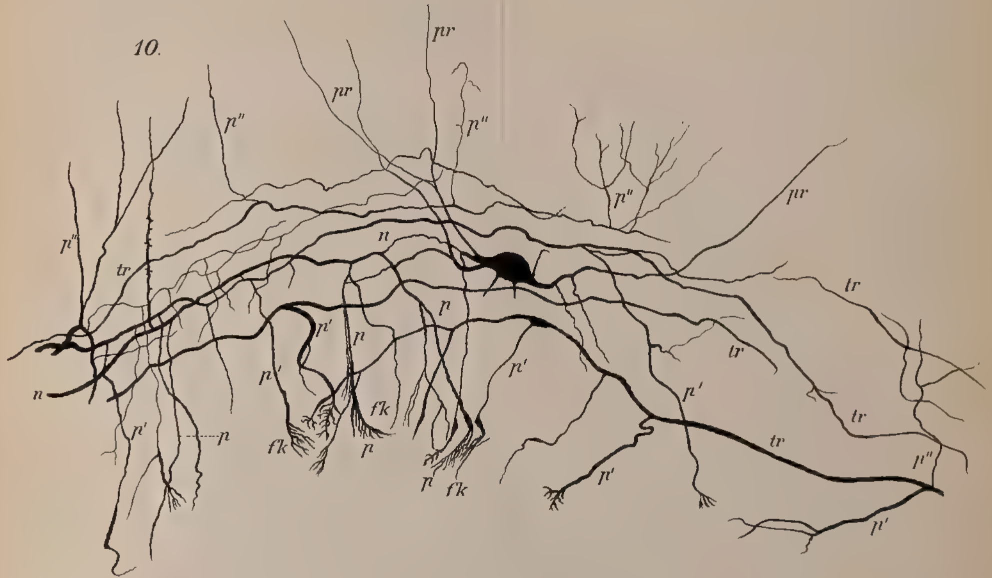
8.


pr
pr
n
p
fk
n
p
p
n
fk
fk'

9.

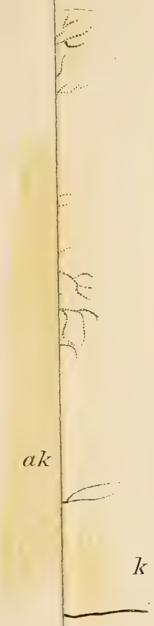

pr
p''
pr
n
pr
pr
n
p
p
fk

10.

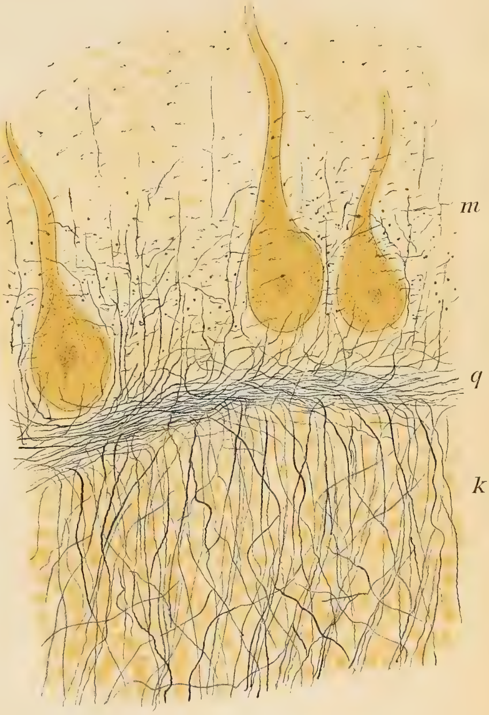

pr
pr
p''
p''
p''
pr
p''
tr
n
p
p'
p
tr
tr
p'
tr
p'
fk
p'
n
p'
p
fk
p
p
fk
tr
tr
p''
p'
p'

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig

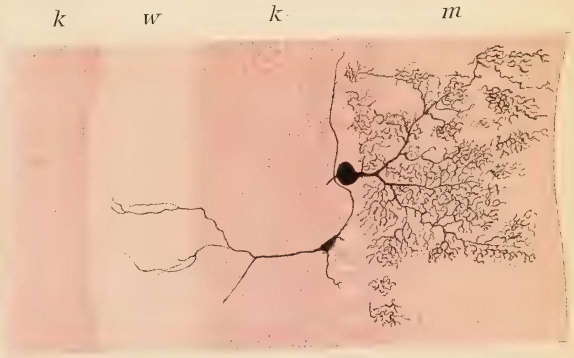
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



17.



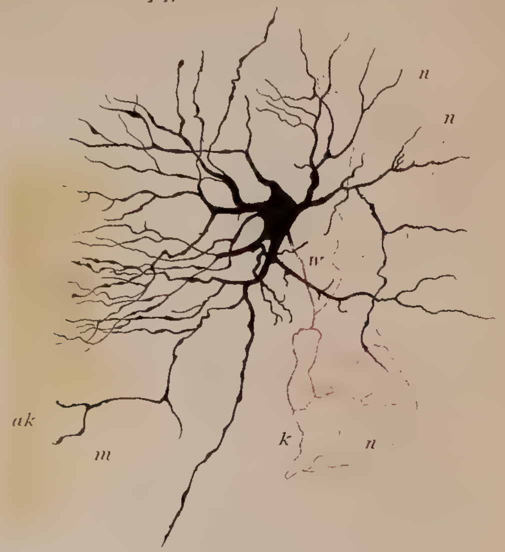
15.



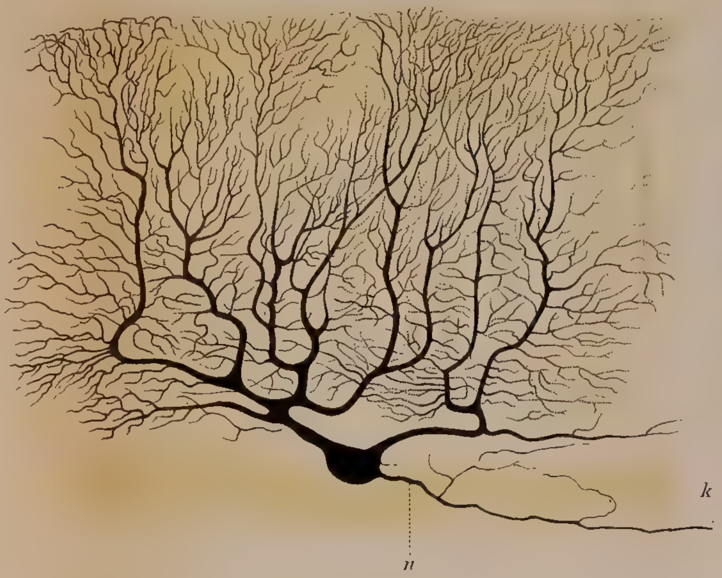
A. Rabus del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

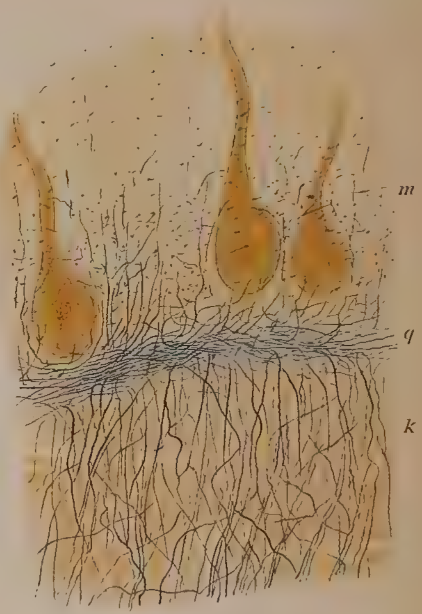
14.



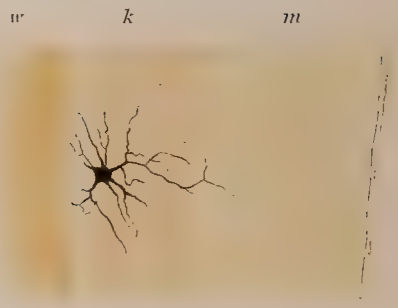
13.



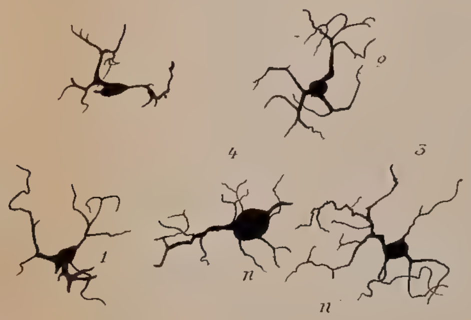
17.



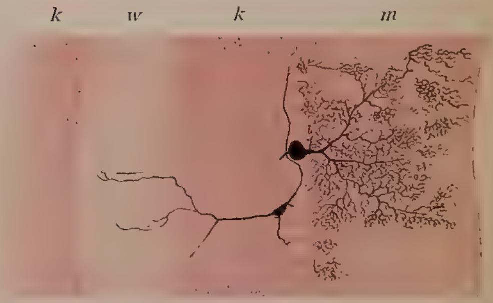
16.



12.

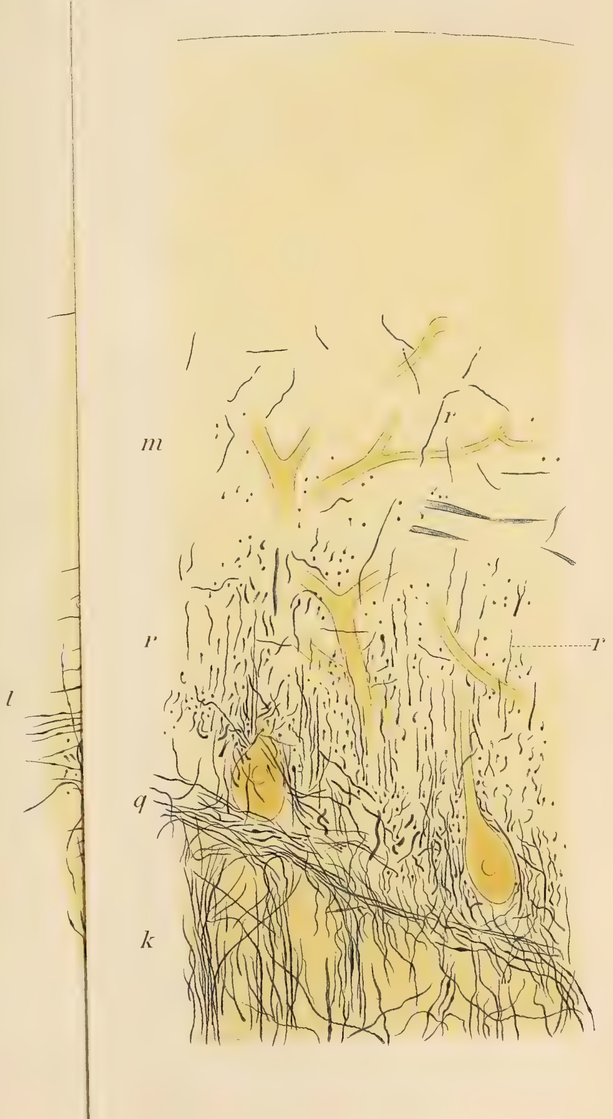


15.



[illegible] [illegible]

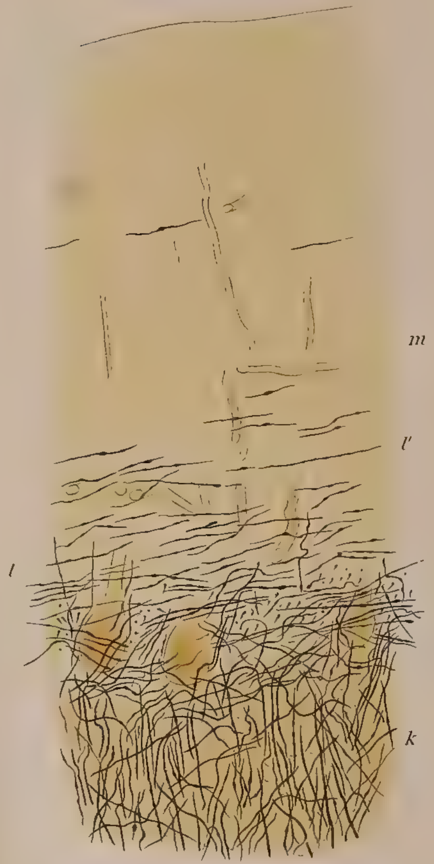
20.



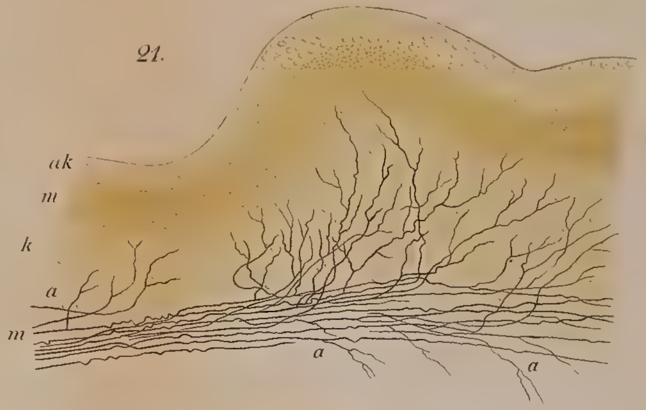
A. Rab

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt

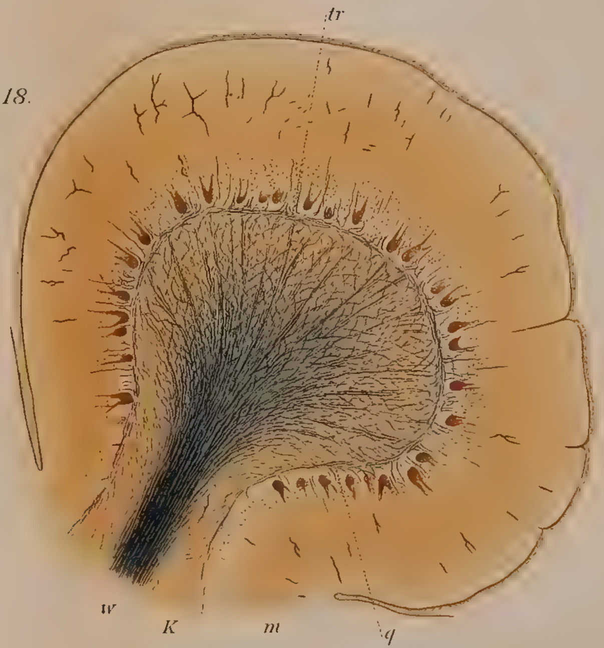
19.



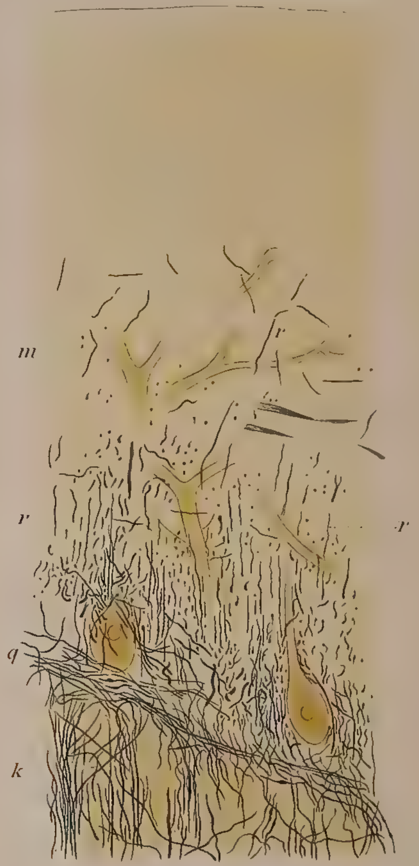
21.



18.



20.



Verlag v. Wilh. Engelmann Leipzig.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

4.

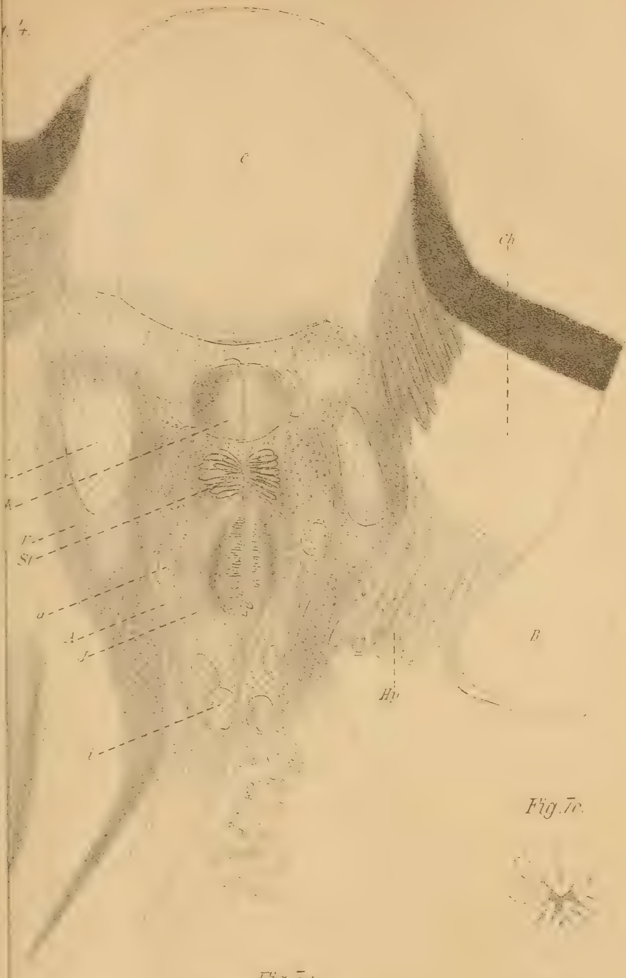

c
Ch
k
St
a
A
J
i
Hp
B

Fig. 7c.

Fig. 7a.

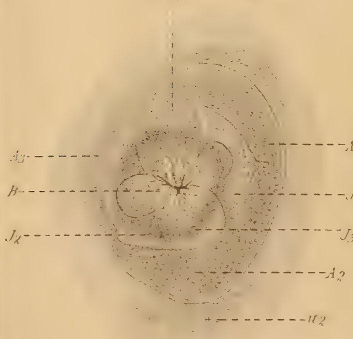
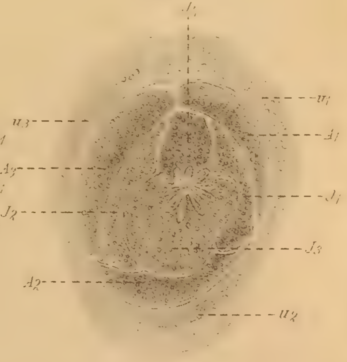

A3
B
J2
A1
J1
J3
A2
u2

Fig. 7b.


u1
u3
A1
A3
J1
J2
J3
A2
u2

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.

Fig. 1.

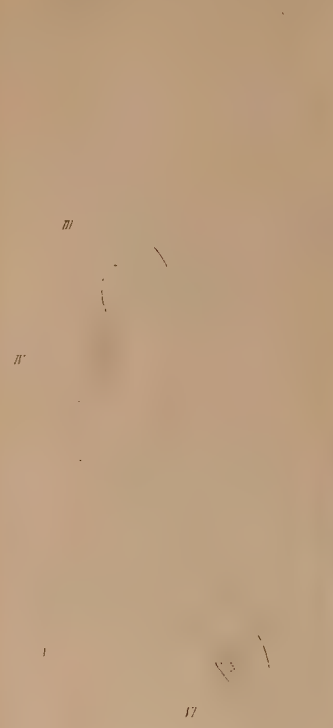

III
II
IV
I
VI

Fig. 3a.

Fig. 3.

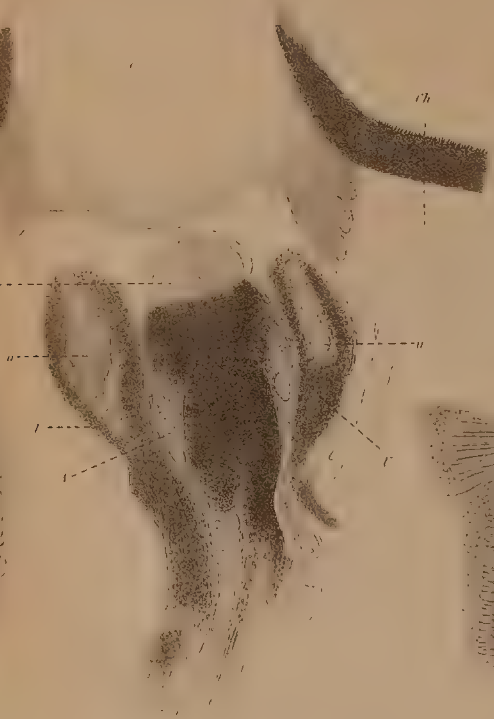


Fig. 4.

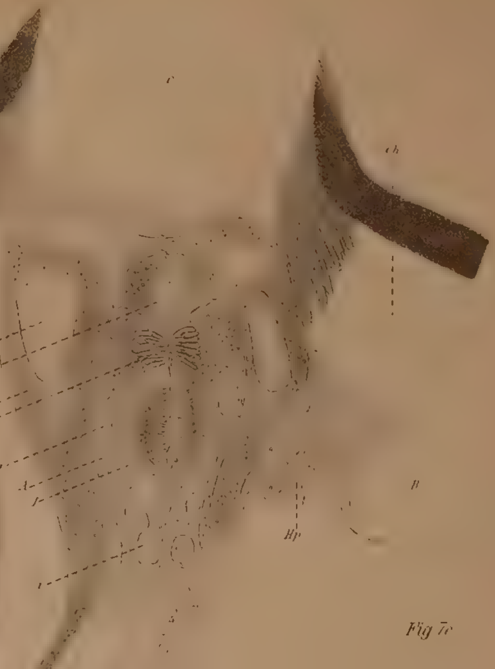


Fig. 2.

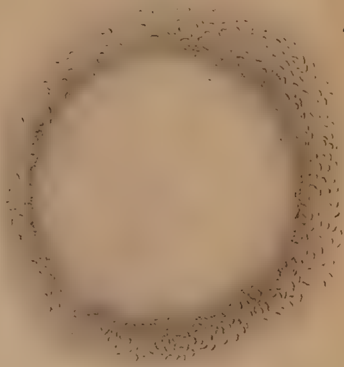


Fig. 4a.

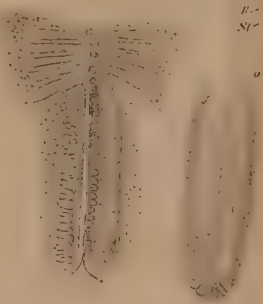


Fig. 7c.

Fig. 5a.

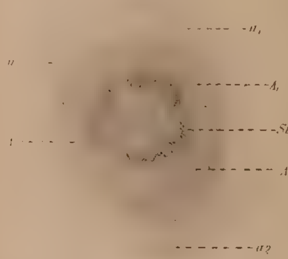

u₁
u
A₁
St
A₂
u₂

Fig. 5.

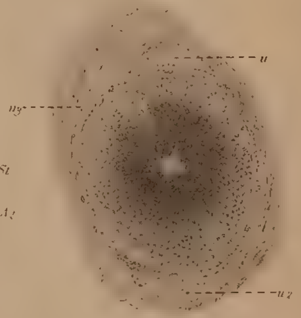


Fig. 6.

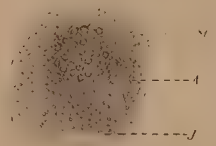


Fig. 7.

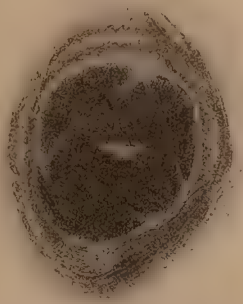


Fig. 7a.

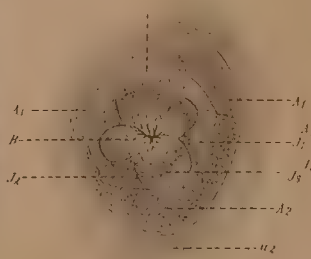
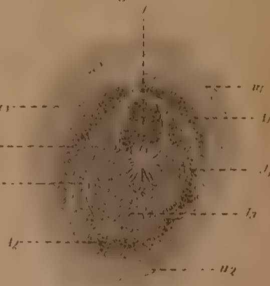

A₁
B
J₂
A₁
J₂
J₃
A₂
u₂

Fig. 7b.


u₁
u₁
A₁
J₄
J₁
J₃
A₂
u₂

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

Fig. 8.

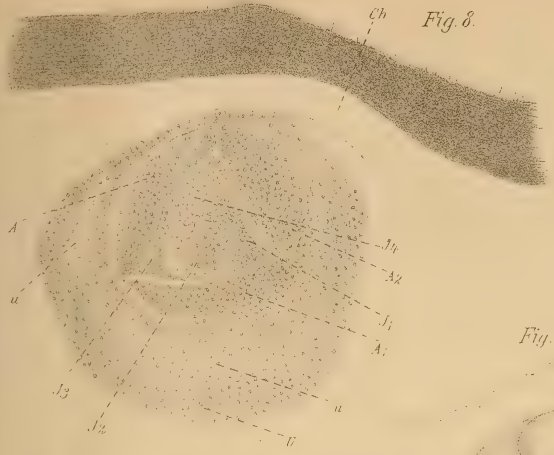

Ch
A
J4
A2
J1
A1
u
J3
J2
u
U

Fig. 9.

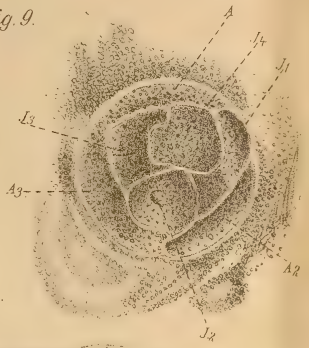

A
J4
J1
J3
A3
A2
J2

Fig. 11.

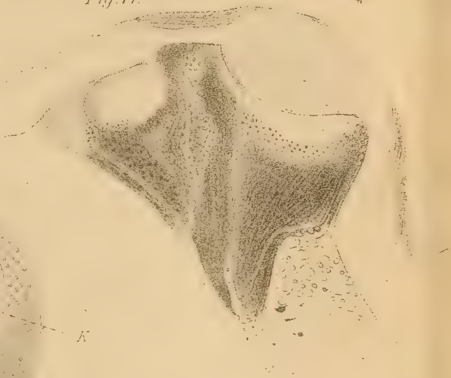


Fig. 10.

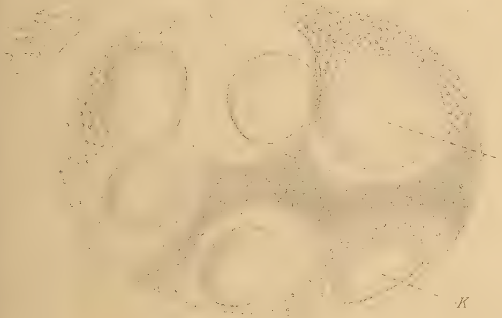


Fig. 11.

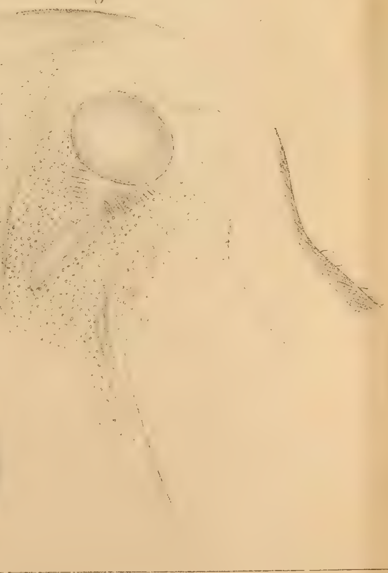


Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 12a.

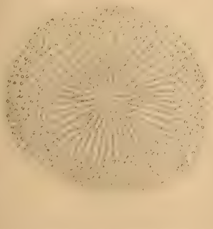
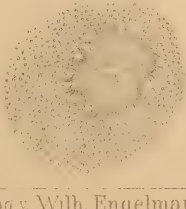


Fig. 13a.



Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leip

1913 ㊿

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01316 5931